Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie

Deutsche Seewarte



Kaiserliche Marine

Deutsche Seewarte

Annalen der Hydrographie

und

Maritimen Meteorologie

Zeitschrift für Seefahrt- und Meereskunde







1916

Vierundvierzigster Jahrgang

Berlin

Gedruckt und im Verlag bei Ernst Siegfried Mittler und Sohn

Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei

Kochstraße 68—71.

Inhalts-Verzeichnis

zu den

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie.

XXXXIV. Jahrgang. 1916.

Indischer Ozean (Tit. IX).

Nördlicher Stiller Ozean (Tit. XI).

Tafeln.



Die Bedeutung der Farbensinnstörungen für den Seemannsberuf und ihre Erkennung.

Von Marine-Generaloberarzt Dr. **Podestà**, Garnisonarzt in Cuxhaven.

(Hierzu Tafel 1.)

Für den Seemann ist neben körperlicher Widerstandsfähigkeit und Rüstigkeit ein Haupterfordernis zur Ausübung seines schweren Berufes die sichere und verläßliche Funktion unseres wichtigsten Sinnesorgans, des Auges. **Das scharfe Auge des Seemannes** ist im Volksmunde zu allen Zeiten sprichwörtlich gewesen. Man hat infolgedessen von jeher bei der Beurteilung der Eignung zum Seemannsberuf der Prüfung der Leistungsfähigkeit des Auges eine große Bedeutung beigemessen, durchdrungen von der Wichtigkeit eines guten Sehvermögens für die beruflichen Seefahrer, denen Leben und Güter in immer steigendem Maße anvertraut werden und im Hinblick auf die vielfachen Gefahren, die diesen durch eine mangelhafte Funktion des Auges erwachsen können. Es hat sich lange Zeit die Meinung erhalten, daß lediglich ein scharfes Sehvermögen für die Erkennung von Gegenständen in möglichst weiter Ferne genüge, um den Seemann für die Ausübung seines verantwortungsvollen Berufes tauglich zu machen und erst der Neuzeit mit ihrem enormen Aufschwung der Schiffahrt ist die Erkenntnis vorbehalten geblieben, daß es mit der Sehschärfe des Auges allein nicht geschehen ist, sondern daß es noch einer anderen wichtigen Eigenschaft des Auges bedürfe, um von einem für den Seemannsberuf vollwertigen Gesichtssinn sprechen zu können. Diese Eigenschaft ist ein **normales Farbenunterscheidungsvermögen.**

Obwohl **Farbensinnstörungen** sicherlich so alt sind wie die Welt, datieren nähere Kenntnisse über sie nur etwa 100 bis 150 Jahre zurück und sie lenkten die Aufmerksamkeit weiterer Kreise erst auf sich, als infolge der allgemeinen Einführung farbiger Signale im See- und Eisenbahnverkehr erkannt wurde, von welch weittragender Bedeutung Farbensinnstörungen für große Kreise des Berufslebens werden konnten. Denn während man bis dahin nur die extremen Grade dieser Anomalie, nämlich die echte Farbenblindheit, näher kannte, diese aber schon infolge der fast stets mit ihr einhergehenden Herabsetzung des Sehvermögens den Farbenblinden von vornherein für den Seemannsberuf untauglich machte, lag so lange kein besonderer Grund vor, den Farbensinnstörungen vom Standpunkte der Eignung zum Seemannsberuf eine besondere Bedeutung beizumessen, als bei der noch unbedeutenden und unentwickelten Seeschiffahrt der Gebrauch farbiger Signale noch keinen größeren Umfang angenommen hatte. Dies änderte sich aber bald mit der allgemein werdenden Benutzung des Dampfes als treibende Kraft für die Schiffahrt. Der dadurch bedingte rasche Aufschwung und der zunehmende Umfang der Seeschiffahrt, die jetzt ermöglichten größeren Geschwindigkeiten, die Innehaltung dieser Geschwindigkeiten auch zur Nachtzeit oder bei Nebelwetter und auf regelmäßig eingehaltenen, von den Windverhältnissen unabhängigen Fahrtstrecken mußten notwendigerweise das Signalwesen zur See mittels farbiger Lichter zu einer um so größeren Wichtigkeit und Bedeutung bringen, je mehr die aus all den genannten Umständen erwachsenden Gefahren zunahmen. Die größte Wichtigkeit aber gewann das Signalwesen in der Kriegsmarine, wo bei den Manövrierübungen in Verbänden die gegenseitige Verständigung und Befehlsübermittlung von Schiff zu Schiff größtenteils mittels farbiger Signale in Gestalt von Flaggen und Lichtern erfolgt, die schnell und sicher gesehen und erkannt werden müssen. Da stellte sich nun heraus, und leider waren Unglücksfälle, die sich in beängstigender Weise mehrten, die erste Veranlassung zu derartigen Feststellungen, daß eine ganze Anzahl von Seeunfällen infolge von Schiffszusammenstößen oder unrichtig eingehaltenen Fahrtstrecken und Geschwindigkeiten usw. nur auf unrichtiges Verstehen und Ablesen richtig gegebener farbiger Signale zurückgeführt werden konnte. Der Engländer Nettleship teilte in einer

diesbezüglichen Zusammenstellung eine Reihe von solchen Unglücksfällen mit und bewies aufs schlagendste, daß ihre Entstehung nur auf mangelhaftes oder gar falsches Verständnis der farbigen Signale seitens des verantwortlichen Personals zurückzuführen war. Er führte weiter eine ganze Reihe von Fällen an, in denen derartige Unglücksfälle nur durch rechtzeitiges Eingreifen anderer noch im letzten Augenblick verhütet wurden und wies mit Recht auf die große Anzahl von Unfällen hin, bei denen ein ähnlicher Nachweis nur durch den Tod der dabei Beteiligten vereitelt wurde. Ferner lenkte er die Aufmerksamkeit auf den Umstand, daß man zumeist auf scheinbar viel näher liegende Ursachen und Möglichkeiten fahnden zu müssen glaubte, als sich von der bislang so vernachlässigten und daher noch wenig bekannten, aber doch so häufig vorkommenden Farbenuntüchtigkeit der Beteiligten zu überzeugen. Alle diese Umstände wirkten zusammen, dem Farbensinn der Seeleute eine vermehrte Aufmerksamkeit zuzuwenden und die bisher dieser Art der Sinneswahrnehmungen gegenüber geübte Geringschätzung zu vermeiden. Hand in Hand mit diesen wichtigen Feststellungen gingen die analogen Erfahrungen, die bei dem ebenfalls mit farbigen Signalen geübten Eisenbahndienst in gleich fataler Weise gemacht wurden und die hier wie dort die gebieterische Notwendigkeit einer verschärften dem Farbensinn zu schenkenden Aufmerksamkeit immer mehr betonen ließen. So sehen wir denn in den letzten Jahrzehnten die beteiligten Kreise in zunehmender Weise von der Notwendigkeit der Forderung durchdrungen, durch ein vertieftes Studium der einschlägigen Verhältnisse die Kenntnis und Erkenntnis der Farbensinnstörungen zu fördern und die Überzeugung von ihrer wichtigen Rolle und ihren bedeutungsvollen Folgen zu verbreiten. Die in dieser Richtung angestellten Untersuchungen haben nun manches Licht in das bisherige Dunkel der Farbensinnstörungen gebracht; sie haben nicht nur ihre große praktische Bedeutung für bestimmte Berufsarten wie den Seemanns- und Eisenbahndienst überzeugend nachgewiesen, sondern auch mit immer wachsendem Erfolg durch vielfache wissenschaftliche Untersuchungen die Kenntnisse dieses schwierigen und bisher so vernachlässigten Gebietes erweitert und vertieft. Infolgedessen haben sich die früheren Anschauungen über viele Dinge ganz wesentlich geändert und auch die jüngsten Forschungsergebnisse lassen trotz der erzielten Fortschritte Zweifel, ob wir schon am Ende ihrer Erkenntnis angelangt sind.

Einen weiteren stichhaltigen Grund für die Notwendigkeit genauer und zuverlässiger Farbensinnprüfungen und das Streben nach vollkommneren Prüfungsmethoden ziehen Stargardt und Oloff[1]) heran. Sie weisen nach, wie schon die „Rücksicht auf die sozialen Verhältnisse des Prüflings“ einen sicheren Aufschluß über den Farbensinn gleich bei Eintritt in seinen Beruf als Seemann verlangt. „Die ganze bisherige Lebensarbeit eines Solchen ist umsonst“, wenn die Minderwertigkeit seines Farbensinns, die bei der Aufnahmeprüfung übersehen ist, erst gelegentlich einer Nachprüfung festgestellt wird und nun ein weiteres Verbleiben in dem bisherigen Beruf ausschließt.

Eine Tatsache von großer Wichtigkeit war die durch häufigere und vertiefte Untersuchungen immer mehr bestätigte Erkenntnis, daß die Farbensinnstörungen keineswegs, wie man bisher annahm, zu den großen Seltenheiten gehören, die wegen ihrer Unheilbarkeit und da sie nur angeboren vorkommen, weder ein besonderes soziales noch ärztliches Interesse wachriefen. Es wurde vielmehr festgestellt, daß fast jedes zehnte männliche Individuum von einer mehr oder weniger deutlichen Farbensinnstörung betroffen ist, während auffallenderweise das weibliche Geschlecht von ihr so gut wie ganz verschont bleibt.

Bevor wir uns nun einer näheren Betrachtung des Wesens der Farbensinnstörungen[2]), ihrer praktischen Bedeutung und den zu ihrer Erkennung angewandten Methoden zuwenden, ist es geboten, in einer kurzen Darstellung zuerst alles das zusammenzufassen, was wir zur Zeit über das Farbensehen des Normalen, des farbengesunden oder besser farbentüchtigen Menschen wissen, ohne dabei nicht mehr

---

[1]) Stargardt und Oloff, Diagnostik der Farbensinnstörungen. Jul. Springer, Berlin 1912.

[2]) Näheres siehe: Köllner, Die Störungen des Farbensinnes, ihre klinische Bedeutung und ihre Diagnose. Berlin 1912.

als zum allgemeinen Verständnis unbedingt notwendig in wissenschaftliche und theoretische Einzelheiten einzugehen.

Alle im Raum sichtbar erscheinenden Gegenstände und Lichter lösen infolge eines von ihnen ausgehenden und die nervösen, lichtempfindlichen Elemente des Auges (Netzhaut) erregenden Reizes die Empfindung einer Farbe aus. Die Farben sind also keine Eigenschaft der farbigen Gegenstände, sondern lediglich der Ausdruck einer Empfindung, welche im Gehirn durch den Reiz der sichtbaren Gegenstände auf das Sehorgan hervorgerufen wird. Dieser Reiz bildet das Wesen des Lichtes und besteht in einer Wellenbewegung des den ganzen Weltraum erfüllenden Äthers, welche von jedem im Raume sichtbaren leuchtenden oder beleuchteten Körper erzeugt bzw. reflektiert wird. Die Farbenempfindung ist daher eine Qualität des Lichtes und ist bedingt durch die Wellenlänge, d. h. durch die Anzahl der Ätherschwingungen in der Zeiteinheit. Je nach der Verschiedenheit der Wellenlänge dieser Ätherschwingungen, die unser Auge treffen, ist die Farbe, in der uns das Licht erscheint, verschieden, und zwar sehen wir langwelliges Licht rot, Licht mittlerer Wellenlänge grün, kurzwelliges Licht violett. Wie bekannt, lassen sich die Lichtstrahlen des weißen bzw. gemischten Lichtes in ihre verschiedenen farbigen Strahlen zerlegen und zur Anschauung bringen, wenn wir einen Lichtstrahl, z. B. Sonnenlicht, durch ein dreiseitiges Glasprisma auf eine helle Wand fallen lassen. Wir erhalten dann das bekannte farbige Band des Spektrums, welches die verschiedenen Wellenlängen der Lichtstrahlen in Gestalt der Regenbogenfarben nebeneinander geordnet enthält und von Rot über Orange, Gelb, Grün, Cyanblau, Indigoblau zum Violett führt. Alle diese farbig erscheinenden Strahlen, deren gesetzmäßige Reihenfolge im Spektrum durch ihre verschiedene Brechbarkeit bedingt ist, indem die langwelligen — roten — Strahlen am wenigsten, die kurzwelligen — violetten — am stärksten bei ihrem Durchgang durch das Prisma abgelenkt werden, pflegt man als einfache oder homogene Lichter zu bezeichnen, da sie ausschließlich aus Strahlen von einer **bestimmten** Wellenlänge oder Schwingungszahl bestehen, die sich nicht weiter zerlegen lassen, auch wenn man jede einzelne gesondert auffängt und abermals durch ein Prisma schickt. Sie sind daher auch die einzigen wirklich „reinen" und „gesättigten" Lichter. Dahingegen werden unter **gemischten** Lichtern solche verstanden, die sich aus Strahlen verschiedener Wellenlänge zusammensetzen, wie z. B. das schlechthin sogenannte Tageslicht.

Obwohl nun das normale Auge imstande ist, im Spektrum mit seinen vielfachen Übergangs- und Zwischenstufen etwa 165 verschiedene Farbentöne zu unterscheiden, führt man diese Spektralfarben auf Grund ihrer am deutlichsten hervortretenden Erkennungsmerkmale doch gewöhnlich auf die erwähnten sieben Regenbogenfarben oder die vier **Grundfarben** (Urfarben) **Rot, Grün, Gelb** und **Blau** zurück.

Außer nach ihrem **Ton** werden die Farben noch nach ihrer **Sättigung** und ihrer **Helligkeit** unterschieden. Die Übergänge von Schwarz nach Weiß bezeichnen wir als tonfreie; die roten, grünen usw. Töne mit ihren zahlreichen Übergangs- und Zwischenstufen als **bunte** Farben. Infolge dieser fortlaufenden Übergänge lassen sich die Farbentöne in einem Farbenkreise darstellen, der von Rot über Orange in Gelb, über Gelbgrün und Grün in Blau, über Violett und Purpur zu Rot zurückkehrt. Alle diese Farben erscheinen, wie wir sahen, in derselben Reihenfolge im Spektrum, mit Ausnahme des Purpurs, der als eine Mischung von Violett mit Rot zustande kommt.

Die **Sättigung** der Farbe wird durch den Grad der Zumischung von Weiß bestimmt. Eine wirklich „gesättigte" oder „reine" Farbe enthält gar keine Beimischung von Weiß, eine Forderung, die eigentlich nur die Spektralfarben erfüllen. Die Verminderung der Sättigung hängt ab von der zunehmenden Beimischung von Weiß: die Farbentöne werden blasser und gehen schließlich in reines Weiß über. Weiß ist daher gewissermaßen der geringste Grad der Sättigung für jeden einzelnen Farbenton. Alle künstlichen Farben enthalten mehr oder weniger starke Beimengung von Weiß, sind daher weder vollkommen „gesättigt" noch „rein".

Die **Helligkeit** der Farbentöne hängt von der Lichtstärke (Lichtintensität) ab, nimmt mit dieser gleichmäßig ab und nähert sich allmählich dem Schwarz. Innerhalb des Spektrums ist die Helligkeit eine verschiedene; die hellste Stelle

liegt im Gelb und nimmt von hier nach beiden Seiten, wenn auch ungleichmäßig, ab. Bei Steigerung der Helligkeit bis zur Blendung ändern die Lichter allerdings auch ihren bisherigen Farbenton, indem die kurzwelligen (Blaugrün, Blau, Violett) sich dem Blau, die langwelligen (Rot, Gelb, Grün) dem Gelb nähern. Schließlich verlieren die Töne noch ihre Sättigung und gehen ebenfalls in ein blendendes Weiß über. Wir werden später sehen, daß die verschiedenen Helligkeitswerte der einzelnen Farbentöne bei gleich starker Lichtquelle für die Farbenempfindung der Farbenuntüchtigen von großer Bedeutung sind, indem sie es ihnen ermöglichen, ihnen eigentlich gleichfarbig erscheinende Töne doch voneinander zu unterscheiden.

Die meist gebräuchliche **Farbenbenennung** richtet sich nach den vier besonders auffallenden und charakteristischen **Grundfarben: Rot, Grün, Gelb, Blau,** indem die im Farbenkreise (siehe S. 3) zwischen diesen Grundfarben liegenden Farbentöne nach den beiden **benachbarten** Grundfarben, z. B. Blaugrün, Gelbrot (statt Orange). Gelbgrün, Blaurot (statt Violett) usw. benannt und dadurch völlig erschöpfend charakterisiert werden können. Zwei nicht benachbarte, also gegenüberliegende Grundfarben haben dagegen für unser Gefühl etwas Gegensätzliches. Es wird niemandem einfallen, das zwischen Rot und Grün liegende Gelb nach seinen Nachbargrundfarben Rotgrün zu nennen, noch weniger wird man die Grundfarben nach den Nachbartönen benennen.

Die Grundfarben haben aber noch eine andere große Bedeutung dadurch, daß wir sämtliche uns bekannten Farbentöne durch eine entsprechend abgestufte Mischung von nur drei von diesen vier homogenen Grundfarben, nämlich von Rot, Grün und Violett, ersetzen können.

Wir kommen hiermit zu dem interessanten Gebiete der **Mischfarben** und der **Farbenmischungen** (richtiger der Lichtmischungen), sowie der **Ergänzungsfarben.** Die Empfindung einer Farbe, z. B. Gelb, braucht nicht unbedingt nur durch den Reiz **eines** homogenen Lichtes von entsprechender Wellenlänge ausgelöst zu werden, sondern die gleiche Gelbempfindung kann auch durch zusammengesetztes Licht, also durch ein Lichtgemisch von zwei oder mehreren homogenen, z. B. roten und grünen Lichtern hervorgerufen werden. Oder mit anderen Worten: es können verschiedene Lichtmischungen dieselbe Farbenempfindung hervorrufen wie ein homogenes Licht, wobei das Auge nicht zu unterscheiden vermag, ob ein farbiger Eindruck durch ein homogenes Licht oder durch die erwähnten Lichtgemische hervorgerufen wird.

Eine derartige Nebeneinanderstellung zweier verschiedener Lichtreize, welche die gleiche Farbenempfindung hervorrufen, bezeichnet man als eine **Farbengleichung,** einerlei, ob die Gleichung zwischen nur homogenen oder zwischen gemischten Lichtern (**Mischungsgleichung**) gebildet ist. Diese Mischungsgleichungen, die nur mittels komplizierter Apparate (Helmholtzscher Farbenmischapparat, Nagelsches Anomaloskop) herzustellen sind, bilden eine wichtige Grundlage für die Kenntnis des Farbensinns und ein zuverlässiges Hilfsmittel für die Untersuchungen der Farbensinnstörungen und ihre Feststellung.

Wenn wir alle Farben des Spektrums mischen oder, was dasselbe bedeutet, gleichzeitig auf das Auge einwirken lassen, wird die Empfindung: „Weiß" hervorgerufen. Es genügt aber schon, um dieselbe Empfindung „Weiß" auszulösen, die verschiedene Mischung je zwei bestimmter Farben miteinander, z. B. Rot mit Blaugrün, Orange mit Cyanblau, Gelbgrün mit Violett. Diese sich zu Weiß ergänzenden Farbenpaare nennt man **Ergänzungs- oder Komplementärfarben.** Mischt man zwei sich nicht zu Weiß ergänzende Farben miteinander, so erhält man, falls die beiden Mischfarben im Spektrum nahe genug zusammenliegen, eine der im Spektrum dazwischen liegenden Farben. So ergeben Rot und Gelb gemischt Orange. Liegen die zu mischenden Farben im Spektrum weit auseinander, z. B. Rot und Violett, so erhält man die im Spektrum nicht vorhandene Farbe Purpur, dessen Ergänzungsfarbe zu Weiß „Grün" ist. Mischt man nun gleichzeitig drei verschiedene Farben, so heben sich entweder zwei davon als Ergänzungsfarben zu Weiß auf, das sich nun mit der übrigbleibenden dritten Farbe mischt, oder aber es lassen sich auf diese Weise alle überhaupt erdenklichen Farbentöne hervorrufen, wenn wir nur die drei Farben richtig wählen und in verschiedenster Weise miteinander mischen. Die drei dazu

notwendigen Farben des Spektrums sind Rot, Grün und Violett, die wir schon neben Gelb als die wichtigsten Grund- oder Urfarben kennen gelernt haben und die gewissermaßen die drei Komponenten des normalen Farbensehens darstellen. Wir unterscheiden daher ganz allgemein:

a) ein Dreifarbensystem (Trichromasie), wenn wie beim Farbengesunden wenigstens drei Lichter erforderlich sind, um gemischt alle denkbaren Farbenempfindungen auszulösen;

b) ein Zweifarbensystem (Dichromasie), wenn schon zwei Lichter zu dieser Mischung genügen;

c) ein Einfarbensystem (Monochromasie), bei dem durch jedes homogene Licht schon jede mögliche Mischung erzielt wird nur dadurch, daß man seine Lichtstärke ändert.

Die beiden letzten Systeme bilden nun den größten Teil der angeborenen Störungen des Farbensinns und haben deshalb für unsere Darstellung eine besondere Bedeutung.

Die in den Mischungsgesetzen enthaltenen Tatsachen leiten über zu einer kurzen Erwähnung der naheliegenden Frage nach den Theorien der Farbenempfindungen: Wie kann ein Lichtstrahl von einer bestimmten Wellenlänge oder ein Lichtgemisch, das unser Auge trifft, die Empfindung einer bestimmten Farbe in unserem Bewußtsein hervorrufen? Von den vielen im Laufe der Zeit aufgestellten Theorien lassen sich die bisher bekannten Tatsachen am einfachsten und verständlichsten mit der sogenannten Dreifarbentheorie erklären, zumal sie in völliger Übereinstimmung mit dem oben erwähnten Dreifarbensystem steht. Sie mag deshalb hier eine kurze Erwähnung finden, so weit ihre Kenntnis zum Verständnis des Farbensinns und seiner Störungen unumgänglich nötig ist.

Wir sahen, daß alle farbigen Eindrücke, die wir von der Außenwelt erhalten, durch die Lichtstrahlen dem Sehorgan bzw. dessen lichtempfindlichem Teil, der Netzhaut, zugeführt werden, die sie durch den Sehnerv zum Gehirn weiterleitet. Diese Eindrücke sind nichts anderes als Reize, die im Gehirn ins Bewußtsein übergeführt werden, deren wir uns also bewußt werden, die wir „sehen". Diese Reize sind verschieden je nach der Wellenlänge, Schwingungsdauer und -anzahl der in das Auge eindringenden Lichtstrahlen. Die Verschiedenheit in der Wellenlänge der Lichtstrahlen äußert sich im Bewußtsein als Farbenempfindung. Anstatt nun für alle die bekannten verschiedenen Farbenempfindungen entsprechend viele verschiedene Lichtreize anzunehmen, führen uns die Gesetze der Lichtmischungen zu der einfachen Vorstellung und Annahme von nur drei verschiedenen Erregungsvorgängen im Auge, die wir mit dem Worte „**Komponenten des Farbensinns**" bezeichnen und deren geregeltes Zusammenwirken das normale Farbensehen herbeiführt. Entsprechend dem Dreifarbensystem, auf Grund dessen wir ja ähnlich wie bei der Farbenphotographie aus einer passenden Mischung der drei Komponenten Rot, Grün und Violett alle und jede nur mögliche Farbenwirkung zur Geltung bringen können, hätten wir es im Auge bzw. im Gehirn mit rot-, grün- und violettempfindenden Nervenelementen zu tun. Ohne uns vorläufig nähere Gedanken über die Art dieser drei „Sehsubstanzen" und ihre Lokalisation zu machen, bezeichnen wir sie einfach als „Rot-, Grün- und Violettkomponente" und nehmen an, daß die erste dieser drei Komponenten vorwiegend durch langwelliges — rotes — Licht, die zweite durch — grünes — Licht von mittlerer Wellenlänge und die dritte durch kurzwelliges — violettes — Licht erregt wird. Die Erregung der ersten Komponente hätte danach die Empfindung „Rot", die der zweiten „Grün" und die der dritten „Violett" zur Folge. Die isolierte Erregung einer einzelnen Komponente ruft die Empfindung einer entsprechenden besonders gesättigten und reinen Farbe hervor. Bei gleich starker Erregung aller drei Komponenten wird die Empfindung „Weiß", bei völliger Ruhe die Empfindung „Schwarz" ausgelöst. Ferner können durch gleichzeitige, aber verschiedenartige Erregung von zwei oder drei Komponenten alle überhaupt denkbaren Farbenempfindungen zustande kommen. Wird z. B. die Grün- und Rotkomponente gleichzeitig in bestimmter Weise erregt, so resultiert die Gelbempfindung

(siehe oben). Da durch diese Theorie, deren Ausbau wir Helmholtz verdanken, die Tatsachen der Lichtmischung in ebenso befriedigender Weise erklärt werden wie das Wesen der verschiedenen Farbensinnstörungen, erübrigt es sich, auf die anderen modernen Theorien (Herings Theorie der Gegenfarben, v. Kries' Zonentheorie u. a.) hier näher einzugehen.

In derselben Weise, wie die durch das Prisma zerlegten weißen Sonnenstrahlen von unserem Auge als verschiedenfarbig wahrgenommen werden, erscheinen sämtliche Gegenstände im Raum in ihren verschiedenen Farben. Nur sind es hier nicht die selbständig leuchtenden Strahlen, wie sie von der Sonne, den Gestirnen, von verbrennenden, glühenden, phosphoreszierenden Körpern und Organismen ausgehen, sondern die von den hiervon beleuchteten Gegenständen zurückgeworfenen (reflektierten) Strahlen, welche die Farbenempfindung in unserem Auge bzw. Gehirn auslösen, einerlei, ob es sich dabei um bunte Farbentöne (Rot, Grün usw.) oder um die tonfreie Empfindung von Schwarz und Weiß mit ihren zahlreichen Zwischenstufen (Grau) handelt. Die natürlichen Farben der Gegenstände entstehen dann dadurch, daß von den im weißen Licht enthaltenen Strahlen nur ein Teil an der Oberfläche der farbigen Körper zurückgeworfen oder bei durchsichtigen Gegenständen von denselben hindurch gelassen, ein anderer Teil dagegen aufgesaugt (absorbiert) wird. Ein weißer oder farbloser Körper ist also ein solcher, welcher alle farbigen Strahlen in gleicher Weise zurückwirft oder durchläßt. Alle diese uns im täglichen Leben auf Schritt und Tritt begegnenden Farben bezeichnen wir im Gegensatz zu den homogenen, reinen Farben des Sonnenspektrums als Pigmentfarben. Diese sind, auch wenn es äußerlich nicht den Anschein hat, im Gegensatz zu jenen so gut wie niemals absolut rein, sondern durch mehr oder weniger starke Beimengung andersfarbiger oder weißer Strahlen verunreinigt. Deshalb können auch die verschiedenen später näher zu erwähnenden Prüfungsmethoden auf das Farbenunterscheidungsvermögen, die mit Pigmentfarben vorgenommen werden, niemals so ideale Resultate ergeben, wie die mit den reinen Strahlen des Spektrallichtes mittels der Spektralapparate gewonnenen. Selbstverständlich finden aber alle die oben erwähnten Gesetze sinnentsprechende Anwendung auf diese Pigmentfarben.

Das normale Farbensehen, das, wie wir sahen, außer dem eigentlichen Farbenton durch seine Helligkeit (Quantität der Farbe) und Sättigung (Nuance der Farbe) bestimmt wird, wird des weiteren noch durch einige Nebenumstände beeinflußt, die eine kurze Erwähnung verdienen. Es sind das:

1. Das Dämmerungsehen und die Dunkelanpassung;
2. die Farbenkontrastempfindung;
3. das sogenannte periphere Farbensehen.

1. Unter **Dunkelanpassung** verstehen wir einen Zustand des Sehorgans, der beim Übergang von der Helligkeit des Tageslichts in die Dunkelheit, z. B. in einen dunklen Raum, eintritt. Das zuerst geradezu hilflose Auge bekommt dann allmählich die Fähigkeit, sich den veränderten Beleuchtungsverhältnissen anzupassen und eine Empfindlichkeit für lichtschwache Reize zu gewinnen, die gegenüber der gewöhnlichen ganz enorm gesteigert ist. Dieser nach erfolgter Dunkelanpassung eingetretene Zustand des **Dämmerungssehens** hat aber gegen die gesteigerte Lichtempfindlichkeit das Farbenempfindungsvermögen so gut wie vollkommen eingebüßt. Beim Dämmerungssehen befindet sich daher das Auge im Zustand der totalen Farbenblindheit, so daß nur noch die Helligkeitsunterschiede wahrgenommen werden, einerlei, ob der Übergang vom Hellen zur Dunkelheit plötzlich oder allmählich stattgefunden hat und ob wir uns in einem kleinen abgeschlossenen Raum oder in der weiten Natur befinden. Dementsprechend erscheint jetzt auch das Spektrum nicht mehr farbig, sondern als ein zwar verschieden heller, aber völlig eintönig grauer Streifen. Diese Umstimmung des Sehorgans für farbige Eindrücke bei sinkender Beleuchtung geht nicht plötzlich und gleichmäßig, sondern allmählich und auch nicht für alle Farben gleichmäßig schnell vor sich. So z. B. bleiben blaue Farbentöne länger erkennbar und dunkeln langsamer ab als rote, die zuerst ausfallen. Da demnach das normale Farbensehen eine Eigenschaft des Tagsehens ist, dürfen, wie wir später sehen werden, Farbensinnprüfungen nur bei hellster Tagesbeleuchtung vorgenommen werden.

2. Unabhängig von diesem Einfluß der Helligkeitsveränderungen wird der Charakter des Farbensehens noch vielfach beeinflußt und modifiziert von dem **örtlichen Nebeneinander- und dem zeitlichen Hintereinanderauftreten von Farbeneindrücken.** Auch die Dauer der Einwirkung von farbigen Eindrücken wirkt bestimmend auf das Farbensehen; es tritt eine gewisse Ermüdung des Auges ein, die sich z. B. darin äußert, daß die Farbenempfindung sich langsam ändert, und zwar derart, daß die langwelligen — warmen — Farbentöne sich einem Gelb, die kurzwelligen — kalten — einem Blau nähern.

Schon im gewöhnlichen Leben sprechen wir häufig von Kontrastwirkungen farbiger Eindrücke und wissen, daß sich schwarze Gegenstände am wirksamsten von heller Umgebung, rote Gegenstände auf grünem Grunde am gesättigtsten und deutlichsten abheben, ferner, daß wir nach längerem Anschauen einer roten Fläche oder eines roten Gegenstandes auf hellem Hintergrunde beim Verschwindenlassen des Gegenstandes oder beim Wegblicken auf eine helle Fläche für einen Augenblick die Empfindung der Komplementärfarbe Grün erhalten. Denn stets erscheinen uns diese Nachbilder in der Komplementärfarbe der zuerst gesehenen Farbe. Charakteristisch ist auch, daß, wenn wir eine grüne Fläche, z. B. ein grünes Blatt Papier, vor den roten Gegenstand schieben, wir das Grün viel deutlicher und gesättigter als sonst empfinden. Die Wichtigkeit dieser Kontrastempfindungen werden wir später noch daran erkennen, daß sie bei einer besonderen Klasse von Farbenuntüchtigen in auffallender Weise gesteigert gefunden werden. Schon aus diesen Beispielen geht hervor, daß unsere Farbenempfindungen niemals ganz gleichmäßige, identische und unveränderliche sind, sondern stets von den veränderten äußeren Umständen, sowohl der Beleuchtung als auch der zeitlichen Verhältnisse und des umgebenden Raumes abhängig sind. Wenn man nun noch bedenkt, daß selbst die einzelnen Bezirke (Zonen) des lichtempfindlichen Teiles des Auges, die Netzhaut, in bezug auf Farbenempfindungen Verschiedenheiten aufweisen, so wird man begreifen, wie kompliziert die Verhältnisse beim Zustandekommen der Farbeneindrücke schon beim normalen Farbensehen liegen.

3. Es ist bekannt, daß in der Mitte der lichtempfindlichen Netzhaut sich der „gelbe Fleck" befindet, eine kleine Stelle, die das schärfste Sehen vermittelt. Wollen wir einen Gegenstand scharf anschauen, so stellen wir das Auge auf ihn ein, wir fixieren ihn, und zwar mit dem Erfolg, daß dann die Netzhaut in der Gegend dieses der Pupille gegenüberliegenden „gelben Flecks" von den einfallenden Lichtstrahlen getroffen wird. Auf den Bereich dieser Stelle beschränkt sich auch nach neueren Untersuchungen das präzise Farbensehen und nimmt nach der Peripherie hin ziemlich gleichmäßig derart ab, daß zonenweise zuerst die Grünempfindung, etwas weiter nach außen die Rotempfindung und noch weiter die Blauempfindung ausfällt. Diesem Umstande muß, wie wir später noch sehen werden, bei den Methoden der Farbensinnprüfungen insofern Rechnung getragen werden, als die Prüfungen möglichst nur auf das Sehen mit dem gelben Fleck zu beschränken sind.

Nachdem wir uns so über die Grundzüge des normalen Farbensehens orientiert haben, erhebt sich nunmehr die Frage nach dem Farbensehen der Farbenblinden oder besser gesagt, der Farbenuntüchtigen. Denn die Farbenblinden stellen nur einen Teil aller Farbenuntüchtigen dar, die insgesamt etwa 8 bis 10 v. H. aller männlichen Individuen ausmachen. Diese Zahl bezieht sich nur auf die angeborenen und, was gleichzeitig zu ihrer Charakteristik hinzugefügt sei, unheilbaren Farbensinnstörungen. Daneben gibt es nämlich noch eine Reihe von erworbenen Farbensinnstörungen, die indes hier keine Berücksichtigung zu finden brauchen, da sie nur ein vorwiegend ärztliches Interesse beanspruchen. Sie sind zumeist an Krankheiten der Netzhaut, des Sehnerven und der übrigen, das Sehen vermittelnden Nervenorgane des Gehirns, also an Gehirn- und Nervenerkrankungen gebunden und sind großenteils mit ihrer Grundkrankheit heilbar. Dahingegen handelt es sich bei den uns interessierenden Farbensinnstörungen nicht um Krankheiten im engeren Sinne des Wortes, sondern um einen unheilbaren, unveränderlichen und übrigens auch vererbbaren, von der Regel abweichenden Zustand. Nichtsdestoweniger hört man nicht selten von Farbenuntüchtigen, ihr Farbensinn hätte sich im Laufe der Zeit gebessert, sei es von selbst, sei es infolge ihnen ärztlich oder anderweitig

empfohlener methodisch durchgeführter Übungen ihres Farbensinns. Vielfach haben solche Personen aus sozialen und ökonomischen Gründen ein großes Interesse daran, ihre angeblich wiedererlangte Farbentüchtigkeit zu betonen, um dann in solchen Berufen, die einen ungeschmälerten Farbensinn erfordern, wie z. B. im Seemannsdienst, Anstellung zu finden. Ebenso häufig sind aber Farbenuntüchtige, namentlich leichteren Grades, tatsächlich der Meinung, ihr Zustand sei stets vollkommen normal gewesen oder es im Laufe der Zeit geworden, weil sie es nach und nach gelernt haben, sich mit Farben immer besser zurecht zu finden. Dazu befähigen sie in der Tat mehrere Umstände, denen eine nähere Beachtung geschenkt werden muß, wenn man ein Verständnis für die Art des Farbensehens des Farbenuntüchtigen gewinnen will. Da dieser die Farben der Umwelt mindestens nicht in derselben Weise wie der Farbentüchtige erblickt, sich aber auf Schritt und Tritt gezwungen sieht, mit den Farbentüchtigen seiner Umgebung im täglichen Leben und Beruf die geläufigen Farbenbegriffe zu verstehen und mitzubenutzen, so lernt er ganz unabhängig von der Empfindung, die er selbst beim Betrachten der Gegenstände hat, sich doch der gewöhnlichen Farbenbenennungen zu bedienen, zumal bei den immer wiederkehrenden Gegenständen der Umgebung, mit denen er täglich zu tun hat. Übung, Gewohnheit und Gedächtnis befähigen ihn daher ohne weiteres, z. B. den Wald wie das Gras als grün, den Ziegelstein wie das Blut als rot, den Himmel wie die Kornblume als blau, das Getreide als gelb usw. richtig zu bezeichnen, und er glaubt schließlich, da ihm ja der Vergleich unmöglich ist, ebenso zu sehen wie seine farbentüchtigen Mitmenschen. Er lernt eben das Anwenden der geläufigen Farbenbenennungen wie das Abc in der Schule und bezeichnet in der Tat auf Befragen die einzelnen Gegenstände oft ganz verblüffend richtig. Dem Intelligenten wird es allerdings mit der Zeit immer häufiger auffallen, daß seine Mitmenschen oft von Farbenunterschieden bei Gegenständen sprechen, die ihm absolut gleichfarbig erscheinen, und so sieht er sich oft mehr unbewußt als bewußt nach anderen Unterscheidungsmerkmalen um, die ihm das mangelnde Farbenunterscheidungsvermögen ersetzen sollen. Solche findet er hauptsächlich in den verschiedenen Helligkeitsgraden, welche die einzelnen Farbentöne bei gleich starker Lichtquelle haben, und weiter noch in den Sättigungsunterschieden der einzelnen Farbentöne, alles Qualitäten, die der Normale angesichts des bei ihm vorherrschenden Eindrucks des Farbentons als unwesentlich außer acht zu lassen pflegt. Er sucht also die Farben auf Grund der Helligkeits- und Sättigungsgrade, statt nach der Qualität der Farbe zu beurteilen und zu erkennen, wobei ihm außer der zunehmenden Übung noch das Nebeneinanderauftreten verschieden heller und gesättigter Lichter zu statten kommt, das ihn die Verschiedenfarbigkeit vergleichen und auch bei bisher unbekannten Gegenständen oft richtig erschließen läßt. Natürlich findet dieses geschärfte Unterscheidungsvermögen seine Grenzen, sobald es sich um unbekannte Objekte handelt, die für sich allein zu erkennen sind, oder um wenig gesättigte und kleinere, die in größerer Entfernung erkannt werden müssen. Dann beginnen die Schwierigkeiten, die auch trotz aller Übung nicht zu überwinden sind und die Farbenuntüchtigen in einen geradezu hilflosen Zustand versetzen können. Viele von ihnen sind auch erst dann imstande, farbige Gegenstände richtig zu erkennen, wenn diese längere Zeit auf das Auge eingewirkt haben. Was das alles aber z. B. für den Seemann zu bedeuten hat, der auf große Entfernungen auch bei geringer und veränderlicher Helligkeit, bei Nebel, regnerischem, diesigem Wetter mattfarbige Signallichter, Flaggen, Scheiben, Bojen usw., die oft nur für Augenblicke sichtbar werden, richtig erkennen und bewerten muß, bedarf keiner näheren Auseinandersetzung.

Aus dem Gesagten geht hervor, welche Schwierigkeiten die Beurteilung der Qualität des Farbensehens bei Farbenuntüchtigen darbietet, da wir uns nicht so ohne weiteres in seine Farbenempfindungen hineinversetzen und sie mit den unsrigen vergleichen können. Man muß sich immer wieder vergegenwärtigen, daß der Farbenuntüchtige, der ja infolge seines angeborenen Zustandes keine Erinnerungsbilder an einen normalen Farbensinn haben kann, dennoch die gebräuchlichen Farbenbezeichnungen wie der Normale anwendet, und zwar häufig genug im richtigen, mit uns übereinstimmenden Sinne, einem Umstand, dem man auch bei den Methoden der Untersuchung auf Farbensinnstörungen Rechnung zu tragen genötigt ist.

Wir haben bereits angedeutet, daß wir es bei der Farbenuntüchtigkeit durchaus nicht mit einer einzigen, wohl charakterisierten Abweichung von der Regel zu tun haben. Vielmehr müssen wir nach dem heutigen Standpunkte der wissenschaftlichen Auffassung mehrere Hauptgruppen unterscheiden, die zum Teil Übergänge und Zwischenstufen vom normalen bis zum völlig aufgehobenen Farbensinn aufweisen. Es ist daher durchaus unrichtig, vom Begriff einer Farbenblindheit als Allgemeinbegriff im Gegensatz zu einem normalen Farbensinn zu sprechen, wie man es im gewöhnlichen Leben häufig zu hören bekommt, sondern man hält sich besser nach dem Vorschlag des Physiologen Nagel an die Begriffe Farbentüchtigkeit und Farbenuntüchtigkeit, die gleichzeitig den praktischen Bedürfnissen am besten Rechnung tragen. Wir haben daher auch bei der bisherigen Darstellung die Erwähnung des sonst so gebräuchlichen Begriffs der Farbenblindheit vermieden, da er genau genommen nur einer der jetzt zu erwähnenden Hauptgruppen der Farbensinnstörungen zukommt. Zudem ist es für die praktischen Bedürfnisse, auf die es uns hier allein ankommt, ganz gleichgültig, welche von den einzelnen Formen der Farbenuntüchtigkeit, deren die typische Farbenblindheit eine bildet, im gegebenen Falle vorliegt. Diese Bedürfnisse erfordern lediglich die Feststellung der Zugehörigkeit zur gemeinsamen Gruppe der Farbenuntüchtigen, die im Gegensatz zu den Farbentüchtigen von bestimmten, besonders verantwortlichen Berufsarten, wie z. B. vom seemännischen, im Interesse der allgemeinen Sicherheit fernzuhalten sind. Trotzdem gebietet es die Frage nach dem allgemeinen Verständnis der Farbensinnstörungen, uns mit ihren einzelnen Gruppen etwas näher zu beschäftigen und sie entsprechend zu charakterisieren. Zu diesem Zweck ist es notwendig, auf die Feststellungen hinsichtlich des normalen Farbensehens zurückzugreifen. Wir sahen, daß das normale Farbenwahrnehmungssystem sich auf das Zusammenwirken von den drei Grundempfindungen — Rot, Grün und Violett — zurückführen ließ, dieses System des „Dreifarbensehens" ermöglicht es ja, alle überhaupt vorkommenden Farbenempfindungen auszulösen.

Es gibt nun nicht wenige Menschen, deren Farbensehvermögen sich aus nur zwei oder gar nur einer Grundempfindung (Komponente) zusammensetzt, derart, daß eine oder zwei der drei Grundempfindungen ausfallen, also fehlen. Mit einem Farbenuntüchtigen haben wir es daher in erster Linie zu tun, wenn sein Farbensystem sich nicht mehr wie beim normalen Menschen aus den drei Farbengrundempfindungen Rot, Grün und Violett zusammensetzt, sondern nur aus zwei oder gar nur aus einer. Besitzt jemand — ein übrigens außergewöhnlich seltener Fall — nur **eine** Grundempfindung (Einfarbensystem, Monochromasie), so fallen für ihn alle farbigen Eindrücke fort, die Lichter werden nur als hell und dunkel in ihren verschiedenen Abstufungen, aber völlig farblos, also grau in grau, etwa wie ein photographisches Bild gesehen: Er ist **total farbenblind.** Da dieser Zustand stets von einer hochgradigen Herabsetzung des Sehvermögens und starker Lichtscheu begleitet ist, schließt er die davon Befallenen von vornherein von vielen Berufsarten aus und hat um so weniger praktische Bedeutung, als der Zustand leicht erkennbar ist und sich diese bedauernswerten Individuen desselben wohl bewußt sind.

Viel wichtiger ist die zweite Gruppe der sogenannten **partiell Farbenblinden,** die allein für sich etwa 3 bis 4 v. H. aller Männer betrifft. Es sind dies die im täglichen Leben schlechthin als „**Farbenblinde**" Bezeichneten, obwohl deren Farbenblindheit genau genommen nur eine teilweise („partielle") ist. Bei ihnen muß die Kombination von zwei, anstatt wie normal drei Grundempfindungen hinreichen, um alle ihnen möglichen verschiedenen Farbenempfindungen auszulösen. Dieses Zweifarbensystem (Dichromasie) kann in ganz verschiedener Weise zum Ausdruck kommen, je nachdem, welche Grundempfindung ausgefallen ist, und man unterscheidet daher je nach dem Ausfall der **Rotempfindung (erste Komponente): Rotblinde (Protanope), der Grünempfindung (zweite Komponente): Grünblinde (Deuteranope) und der Violettempfindung (dritte Komponente): Violettblinde (Tritanope).**

Die letzterwähnte Unterart der **Violett- oder Blaugelbblindheit** ist so selten, daß auch sie keine praktische Bedeutung hat, ganz abgesehen davon, daß ihre Vertreter sehr wohl imstande sind, die wichtigsten Farben Rot, Grün und Gelb zu unterscheiden, da bei ihnen nur die Violettkomponente ausfällt. Dahingegen spielen

sie bei den erworbenen Farbensinnstörungen eine nicht unwichtige Rolle. Anders verhält es sich bei den **Rot- und Grünblinden**, bei denen es sich also um eine Aufhebung der äußerst wichtigen Rot- oder Grünwahrnehmung handelt. Auf sie entfallen so gut wie allein 3 bis 4 v. H. aller männlicher Dichromaten, gegenüber nur 0,25 v.H. beim weiblichen Geschlecht. Beide Formen, von denen die Grünblindheit etwa drei- bis viermal häufiger als die Rotblindheit ist, haben bezüglich ihrer Trennung nur wissenschaftliches, aber kein praktisches Interesse, da ihre Vertreter für die in Frage kommenden Berufsarten beide gleich untauglich sind und sie sich in ihrem Farbensehen durchaus nicht so sehr voneinander unterscheiden, als man nach ihrer Benennung annehmen sollte. Man bezeichnet sie daher auch zusammenfassend einfach als **Rotgrünblinde**, ohne auf die Störung der einen oder der anderen Komponente besonderen Wert zu legen. Obwohl nämlich, wie schon erwähnt, dem Rotblinden die Rotkomponente und dem Grünblinden die Grünkomponente fehlt, darf man doch nicht annehmen, daß der Rotblinde alle Farbentöne, außer den roten, und der Grünblinde alle, außer den grünen, wie der Normale erkennt, sondern es sind die von ihnen beiden wahrgenommenen Farbentöne eher als ein „warmer gelblicher" und ein „kalter bläulicher" Ton zu bezeichnen. In analoger Weise sehen sie auch die Farben des Spektrums, indem ihnen beiden der langwellige Teil desselben in dem warmen gelblichen, der kurzwellige Teil in dem kalten bläulichen Ton erscheint, während in der Mitte zwischen diesen für sie eine farblose neutrale Zone liegt. Sie unterscheiden sich aber darin, daß die Helligkeit in verschiedenen Teilen des warmen, langwelligen Endes für sie verschieden ist und daß dem Rotblinden das Spektrum nach dem langwelligen roten Ende hin verkürzt, also dunkel erscheint, da ihm ja die Rotkomponente fehlt, während der Grünblinde an Stelle des normalen Grüns wegen Ausfallens der Grünkomponente eine farblose dunkle Zone sieht.

Die Vertreter dieser beiden dichromatischen Farbensinnstörungen müssen daher gewisse Farbentöne innerhalb des warmen Tones miteinander verwechseln, die den Farbentüchtigen durchaus verschieden erscheinen, da sie ersteren nicht nur in derselben Farbe, sondern auch in derselben Helligkeit erscheinen. Und dabei werden sie um so mehr derartige Farbentöne miteinander verwechseln, je mehr davon man ihnen in derselben Helligkeit erscheinen lassen kann. Diese Tatsachen setzen uns instand, mittels geeigneter Apparate oder farbiger Tafeln, bei denen Helligkeits- und Farbenunterschiede in besonders gewählten Zusammenstellungen zur Anwendung kommen, nicht nur den Farbenblinden, sondern auch überhaupt jeden Farbenuntüchtigen von den Farbentüchtigen auszusondern (siehe unten), selbst wenn dem Untersuchten seine Farbensinnstörung noch nicht zum Bewußtsein gekommen ist oder er sie zu verbergen sucht.

Die dritte und letzte Gruppe der Farbensinnstörungen umfaßt die sogenannte „**Farbensinnschwäche**", die sich dadurch kennzeichnet, daß nicht, wie bei der vorherigen, eine der drei Grundempfindungen ganz fehlt; vielmehr sind sie alle vorhanden, aber mehr oder weniger mangelhaft ausgebildet. Sie sind abgestumpft, unterempfindlich, und zwar kann sich diese Unterempfindlichkeit ebenso wie bei der vorigen Gruppe auf die Rot- oder auf die Grünempfindung beziehen. Diese Farbensinnschwäche oder -Anomalie (anomale Trichromasie) hat eine mindestens ebenso große praktische Bedeutung wie die partielle Farbenblindheit und ist in weitaus den meisten Fällen für die in Frage stehenden Berufszweige ebenso wie jene zu bewerten, zumal sie mindestens ebenso häufig, wenn nicht noch häufiger — nach einigen Forschern bei 4 bis 5 v. H. der männlichen Bevölkerung — beobachtet wird. Sie kommt im Gegensatz zur partiellen Farbenblindheit in allen möglichen Abstufungen und Schattierungen von der Grenze der Farbenblindheit bis zu derjenigen des normalen Farbensehens vor, ein Umstand, der ihre Erkennung und Abgrenzung gegenüber dem normalen Farbensinn naturgemäß nicht erleichtert. Obwohl die Mehrzahl dieser **Farbenanomalen** im gewöhnlichen Leben fast nie grobe Fehler oder Verwechslungen wie die Farbenblinden begeht, viele überhaupt nicht eher bemerken, daß sie sich in ihrem Farbenunterscheidungsvermögen von ihren Mitmenschen unterscheiden, bis irgend ein Zufall oder eine Prüfung ihres Farbensinns sie dessen überführt, bieten sie doch einige besonders charakteristische Merkmale, die ihren intelligenten Vertretern als auffallende und merkwürdige Abweichungen von den

Urteilen ihrer Umgebung bemerklich werden. Ihr abgestumpfter Farbensinn läßt bei genauer Prüfung ihre Farbenangaben auch trotz erstmaliger Richtigkeit häufig recht unsicher erscheinen, sie ermüden farbigen Eindrücken gegenüber auffallend leicht, auch beanspruchen sie zur Erkennung einer Farbe viel längere Zeit als die Normalen, zumal wenn die Farben nebeneinander erscheinen und nicht sehr gesättigt sind. Farbige, kurz aufleuchtende Signallichter z. B. erscheinen ihnen dann überhaupt nicht farbig, sondern nur als hell und es fällt ihnen daher schwer, anzugeben, ob mehrere verschieden helle Lichter ein- oder mehrfarbig sind. Auch die Entfernungen spielen eine Rolle, indem einerseits farbige Objekte auf größere Entfernungen nicht mehr unterschieden werden können, anderseits die Helligkeitsunterschiede gleichfarbiger Lichter ihnen Farbenunterschiede vortäuschen. Ein besonders charakteristisches Merkmal, das wir allerdings auch beim Normalen, wenn auch in abgemilderter Form (siehe S. 7), kennen gelernt haben, findet sich zumal bei den ausgesprochen Farbenschwachen in Gestalt einer **gesteigerten Farbenkontrastempfindung.** Ein solcher Anomaler sieht beispielsweise ein dunkles weißes oder gelbes Licht neben einem deutlich roten als **Grün**, und neben einem grünen ein wenig intensives Gelb als **Rot**, während er diese Lichter allein hintereinander gesehen richtig zu erkennen vermag. Zu welchen verhängnisvollen Irrtümern diese Verwechslungen gerade bei den wichtigsten Signalfarben Rot und Grün führen können, braucht nicht näher ausgeführt zu werden. Es kann daher von einem Verbleiben solcher farbenschwacher Individuen in den entsprechenden Berufen ebensowenig die Rede sein wie der partiell Farbenblinden. Für die seemännische Laufbahn z. B. bildet ein uneingeschränktes, absolut sicheres Farbenerkennungsvermögen ein Hauptserfordernis und verpflichtet die verantwortlichen Behörden, sowohl im Interesse der Allgemeinheit als auch der einzelnen Anwärter dieser und ähnlicher Berufsarten, sich vor ihrer endgültigen Einstellung von dem Vorhandensein eines normalen, vollwertigen Farbensinns zu überzeugen.

Zu diesem Nachweis bedient man sich einer Anzahl von Untersuchungsmethoden, die hinsichtlich ihrer praktischen Brauchbarkeit allerdings sehr verschieden zu bewerten sind. Zur Anwendung kommen dabei teils die homogenen Spektrallichter, teils die gewöhnlichen Pigmentfarben des täglichen Lebens. Ihrer Kostspieligkeit halber kommen die Spektralapparate, die überdies zu ihrer Handhabung besondere physiologische Vorkenntnisse voraussetzen, für den praktischen Gebrauch nicht in Betracht, obwohl sie allein vollkommen sichere und einwandfreie Untersuchungsergebnisse liefern und auch zur wissenschaftlichen Unterscheidung der verschiedenen Formen der Farbenuntüchtigkeit dienen. Auch der vereinfachte Spektralapparat Nagels, das Anomaloskop, kann für die allgemeine Untersuchungspraxis seines hohen Anschaffungspreises und seiner Unhandlichkeit halber nicht überall zur Anwendung kommen, so unentbehrlich er zur Erkennung zweifelhafter Fälle und zur Kontrolle der gebräuchlicheren, aber unsichereren Pigmentproben ist. Diese Spektralapparate sind auf dem Prinzip der Farbengleichungen (siehe S. 4) aufgebaut und ermöglichen es z. B., eine Gleichung zwischen einem reinen, in seinen Helligkeiten abstufbaren gelben Licht und einer willkürlich veränderlichen Mischung aus rotem und grünem Spektrallicht zu gelbem Licht herzustellen. Je nach den vom Prüfling beanspruchten und von den normalen in der einen oder anderen Richtung abweichenden Mischungsverhältnissen wird auf die Art und den Grad der Farbenuntüchtigkeit geschlossen.

Zur Untersuchung mittels der gewöhnlichen Pigmentfarben stehen uns mehrere Methoden zur Verfügung, ohne daß es bisher gelungen ist, mit ihnen vollkommen sichere und zuverlässige Resultate zu erzielen. Daher auch die immer mehr betonte Forderung, nur den gleichmäßigen Ausfall mehrerer Pigmentproben als entscheidend anzusehen, falls nicht das Anomaloskop zum entscheidenden Nachweis herangezogen werden kann. Die älteste und lange Zeit allein dominierende Pigmentprobe war die Holmgrensche Wollprobe, bei der dem Prüfling eine Anzahl verschiedenfarbiger Wollbündel vorgelegt, ein rosa oder hellgrünes Bündel herausgenommen und ihm gegeben wird mit der Aufforderung, aus der Menge ein ihm gleichfarbig erscheinendes Wollbündel auszusuchen. Die vermehrten und vertieften Farbensinnforschungen der letzten Jahrzehnte haben nun den klaren Beweis der absoluten

Unzulänglichkeit dieser und einiger anderer auf ähnlicher Grundlage aufgebauter Methoden (Farbstift-, Farbenpulver-, Farbenpapierproben) geliefert. Denn nicht nur viele Farbenschwache, sondern sogar wirklich Farbenblinde bestehen diese viel zu groben Proben glatt und anstandslos.

Einen großen Fortschritt stellten die Stillingschen pseudo-isochromatischen Tafeln dar, die zur Zeit wohl die beste und verbreitetste Farbensinnprobe darstellen. Sie beruhen auf dem Prinzip der Verwechslungsfarben, d. h. sie wenden Farbentüpfel an, die dem Farbenuntüchtigen gleichfarbig erscheinen, es in Wirklichkeit aber nicht sind. Auf einer Reihe von in Buchform angeordneten Tafeln sind je zwei Verwechslungsfarben in Gestalt von Punkten und Tüpfeln derart angeordnet, daß eine der beiden Farben eine Zahl auf dem Grunde der anderen zeigt. Infolgedessen ist der Farbenuntüchtige nicht imstande, die verschieden gefärbten Tüpfel voneinander zu unterscheiden, um die Zahlen richtig zu entziffern. So zweckmäßig und brauchbar im allgemeinen diese Tafeln sind, so weisen sie doch eine Reihe von Mängeln auf, die auf ihren Ersatz durch etwas Besseres sinnen ließen. Für die Zwecke der Massenuntersuchungen, z. B. bei Schiffermusterungen und beim Aushebungsgeschäft, erwies sich die Buchform der Tafeln als unhandlich und umständlich; einzelne Tafeln sind selbst für den intelligenten Farbentüchtigen viel zu schwer zu entziffern, anderseits sind sie wiederholt von den Prüflingen auswendig gelernt worden. Auch führt die Verwechslungsmöglichkeit der einzelnen, einander zu sehr ähnelnden Zahlen oft zu unsicheren und widersprechenden Feststellungen. Von vielen wird eine nähere Angabe über die Lesedistanz, die bei der Prüfung einzuhalten ist, vermißt. Ferner ist es kein Vorteil, daß auf jeder Tafel nur zwei verschiedene und zum Teil recht ähnliche Farben zusammengebracht sind, und daß die Tafeln jede Mannigfaltigkeit vermissen lassen. Es kann daher auch die Stillingsche Probe trotz ihrer Vorzüge nicht als unbedingt sicher und zuverlässig angesprochen werden und gerade in letzter Zeit haben sich die Berichte vermehrt über Fälle, wo trotz Nichtbestehens derselben am Anomaloskop Farbentüchtigkeit nachzuweisen war.

Zum Ersatz oder wenigstens zur Kontrolle der Stillingschen Tafeln schienen eine Zeitlang die ebenfalls auf dem Prinzip der Verwechselungsfarben beruhenden Nagelschen „Tafeln zur Untersuchung des Farbenunterscheidungsvermögens“ berufen. Sie sind sogar bei den Eisenbahn- und Marinebehörden zur obligatorischen Einführung gelangt, obwohl die Mehrzahl der neuesten Untersuchungen das frühere gute Urteil über ihre Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit nicht bestätigt hat. Die Prüfung geschieht mittels 20 Täfelchen, von denen jedes auf weißem Grund eine Anzahl teils einfarbiger, aber verschieden heller, teils mehrfarbiger kreisförmig angeordneter Punkte von bestimmter Größe enthält. Die einfarbigen Kreise werden von Farbenuntüchtigen für verschiedenfarbig, die verschiedenfarbigen dahingegen für einfarbig gehalten, weil als Farben Verwechslungsfarben gewählt sind. Außerdem verwerten die Täfelchen zur gesonderten Erkennung der Farbensinnschwäche die gesteigerte Farbenkontrastwirkung. Gegen die Nagelschen Tafeln wird eingewandt, daß sie zu viel Vorkenntnisse seitens des Untersuchers erfordern, daß sie ihrer Feinheit halber zu sehr eine Intelligenzprüfung darstellen, daß sie Farbenbenennungen erfordern, daß sie umständlich und unbequem in der Handhabung sind und endlich, daß sie der persönlichen Auffassung des Untersuchers zu viel Spielraum lassen und daher bei demselben Prüfling entgegengesetzte Resultate zeitigen können. In der Tat müßte dieser Umstand allein schon genügen, von der ausschließlichen Anwendung der Nagelschen Methode abzusehen und sie nur als Kontrollprobe mitzuverwenden.

Als letzte Probe sei das Cohnsche Täfelchen erwähnt. Es stellt kleine schwarze E-förmige Haken in verschiedener Anordnung auf purpurviolettem Grunde dar, die von dem Farbenuntüchtigen nicht mehr erkannt werden, sobald sie durch ein über das Täfelchen gelegtes dünnes Florpapier betrachtet werden sollen, während der Farbentüchtige dazu wohl imstande ist. Zwar trifft zu, daß, wer die Stellung der Häkchen richtig erkennt, farbentüchtig ist; nicht aber der umgekehrte Satz, daß, wer die Täfelchen nicht entziffert, wirklich farbenuntüchtig ist. Es muß also ein negatives Resultat dieser sonst recht einfach zu handhabenden Probe stets durch

eine andere sicherere Methode nachkontrolliert werden. Überhaupt sind sich darin sämtliche Beurteiler einig, daß man wegen dieser Unvollkommenheiten der zur Zeit gebräuchlichen Pigmentproben Zweifel und Irrtümer nur dadurch ausschließen kann, daß man sich nicht auf den Ausfall einer Probe allein verläßt, sondern so lange die endgültige Entscheidung von dem einhelligen Ergebnis verschiedener Proben abhängig macht, als es noch an einer allseitig befriedigenden und zuverlässige Ergebnisse zeitigenden Methode fehlt.

Es ist daher wohl verständlich, daß die Versuche, eine sicherere Methode zur Untersuchung des Farbenunterscheidungsvermögens mittels Pigmentfarben zu finden, nicht geruht haben. In folgendem soll einer solchen das Wort geredet werden, die vor allem den Zwecken der Massenuntersuchungen im unmittelbaren Anschluß an die Feststellung des Sehvermögens dienen soll, wie sie bei den Personaleinstellungen zu bestimmten Berufen, z. B. dem seemännischen, als Bedürfnis empfunden wird. Dabei stellt diese Methode[1]) weder an den Untersucher noch an den Untersuchten besondere Anforderungen und Vorkenntnisse und verzichtet daher auch auf die praktisch wertlose Feststellung der Art und des Grades der Farbensinnstörung. Ihr Zweck ist auch nicht der, die oben genannten Prüfungsarten auszuschalten, sondern neben ihnen als sichernde und vervollständigende Probe in Anwendung gezogen zu werden, so weit es sich nicht lediglich um ein erstes vorläufiges und schnell zu erzielendes Untersuchungsergebnis handelt. Auch sie erheischt wie alle die anderen mehr oder weniger unvollkommenen Pigmentproben in zweifelhaften und Grenzfällen, sowie in solchen, bei denen eine gutachtliche Entscheidung erforderlich ist, die Nachprüfung und Kontrolle mit dem Nagelschen Anomaloskop. Sie lehnt sich im großen und ganzen an die bewährten Prinzipien der Anwendung von Verwechslungsfarben wie bei den bisherigen Methoden an, sucht aber unter möglichster Vermeidung von deren Mängeln und Fehlern durch größere Mannigfaltigkeit der Farbenzusammenstellungen, der einzelnen Leseproben in Gestalt von Wortbildern, die sich aus verschiedenfarbigen lateinischen Buchstaben und Buchstabenteilen zu verschiedenen, nur an der Farbe erkennbaren Worten zusammensetzen, einerseits diejenigen Farbenuntüchtigen herauszufinden, die bei den bisherigen Proben unerkannt durchschlüpften, anderseits die Farbentüchtigkeit derjenigen festzustellen, die bisher fälschlich als farbenuntüchtig erkannt waren. Dabei ist eine neue Anwendung der Helligkeitsunterschiede sonst gleichartiger Farbentöne in der Weise versucht worden, daß die Verschiedenheiten der Helligkeitsgrade ein und derselben Farbe gegen die Verschiedenheit von Farbentönen ein und derselben Helligkeit ausgespielt werden. Zu diesem Zwecke sind auf 8 Tafeln Buchstaben so zu Worten zusammengestellt, daß in einem Wortbild neben einem Wort in einem bestimmten **Farbenton** von verschiedener Helligkeit sich ein zweites Wort von einem bestimmten **Helligkeitsgrad** in mehreren verschiedenen Farben verbirgt. (Siehe die als Probe beigegebene Tafel 1.) Der Farbentüchtige wird nun ohne Schwierigkeit auf entsprechende Aufforderung aus dem Wortbild das einfarbige Wort auf Grund der vorwiegenden Farbenqualität herauslesen, während der Farbenuntüchtige auf Grund der bei ihm vorherrschenden Empfindlichkeit für Helligkeitsunterschiede nur das zwar gleich helle bzw. dunkle, aber verschiedenfarbige Wort herauszufinden imstande ist, das er als einfarbig bezeichnen wird, da ihm infolge seines mangelhaften Farbensinns die Einfarbigkeit des wirklich einfarbigen, z. B. grünen oder roten Wortes verborgen bleibt. Ein Blick auf die am Schluß beigefügte Probetafel wird das Prinzip besser als Worte zum Verständnis bringen. Hiernach ist farbentüchtig, wer die Buchstaben bzw. Worte in ein und der selben Grundfarbe (grün oder rötlich) richtig entziffert und als einfarbig entsprechend dem gezeigten Farbstreifen am oberen oder unteren Rande der Tafel (s. u.) erkennt; dahingegen farbenuntüchtig, wer nur die verschiedenfarbigen, aber als dunkel auf hellem Grunde für jeden, also auch den Farbenuntüchtigen erkennbaren Mischworte liest. Auf einigen anderen Tafeln sind je drei Verwechslungsfarben in der Weise zur Anwendung ge-

---

[1]) Erscheint demnächst unter dem Titel: Podestà, Wandtafeln zur Prüfung des Farbensinns im Verlage von L. Friederichsen & Co., Hamburg.

kommen, daß sich in einem zweifarbigen Wortbild oder in einer zweifarbigen Buchstabenreihe auf gemeinsamem andersfarbigen Untergrund ein **einfarbiges** Wort verbirgt, welches der Farbentüchtige auf Aufforderung leicht herausfindet, während es dem Farbenuntüchtigen wiederum verborgen bleibt. Selbstverständlich wird der intelligente Farbentüchtige nicht nur das einfarbige „Grundwort", sondern auch das aus zwei verschiedenen Farben zusammengesetzte „Kompositions- oder Mischwort" richtig entziffern können, wenn man ihm dazu Zeit läßt. Notwendig für den Gang der Untersuchung und die Feststellung des Farbenunterscheidungsvermögens ist letzteres durchaus nicht. Der Prüfling wird daher auch nur aufgefordert, am besten unter Hindeuten mit dem Stab auf das Wortbild, ein einfarbiges Wort bzw. einfarbige Buchstaben zu lesen und zu einem Worte zu vereinigen, ohne ihn näher über die Konstruktion der Tafel zu unterrichten. Liest er zögernd oder entziffert er anfangs sogleich das zweifarbige Wortbild bzw. nur einzelne ein- und zweifarbige Buchstaben, so ist das nicht etwa schon von vornherein beweisend für einen mangelhaften Farbensinn, sondern im Gegenteil für das Vorhandensein eines wenigstens teilweise bestehenden Farbensinns, da er ohne diesen schon nicht imstande wäre, das Mischwort von dem ebenfalls in den Verwechslungsfarben gehaltenen Untergrunde zu unterscheiden. Man wird dann in stets ruhig und sachlich bleibendem, aber eindringlicherem Tone die Aufforderung nach dem Lesen eines einfarbigen Wortes bzw. Buchstaben unter Hinweis auf den entsprechenden Farbenstreifen am oberen und unteren Rande der Tafeln wiederholen und so ohne Schwierigkeit zu der weiteren Feststellung gelangen, ob er auch die Verschiedenfarbigkeit der Buchstaben und damit des einfarbigen Grundwortes von den andersfarbigen Buchstabenresten zu unterscheiden vermag, womit erst seine völlige Farbentüchtigkeit bewiesen ist. Naturgemäß bezieht sich die Mehrzahl der Tafeln auf die Prüfung der am häufigsten vorkommenden Rotgrünblindheit und Rotgrünschwäche, da diese Farbensinnstörungen im Vordergrunde des praktischen Interesses stehen. Zum Beginn der Prüfung eignen sich am besten die zur Erkennung der überaus seltenen und daher praktisch unwichtigen Blaugelbblindheit dienenden Tafeln. Doch ist es zweckmäßig, die Prüfungen nicht stets in derselben Reihenfolge vorzunehmen, um einem Auswendiglernen der Tafeln vorzubeugen, obwohl die Möglichkeit dazu schon durch die Auswahl vieler sich ähnelnder Worte und Wortbilder ausgeschlossen erscheint. Zur Erkennung und Entlarvung von Simulanten ist eine besondere Tafel vorgesehen, bei der keine Verwechselungsfarben zur Anwendung gekommen sind und die daher auch von jedem Farbenuntüchtigen, und zwar auf Grund der Helligkeitsunterschiede, entziffert werden muß. Ähnliches gilt von der auf dem Helldunkelprinzip beruhenden in der Anlage beigefügten Tafel 1, deren dunkele „Mischworte" jeder Farbenuntüchtige erkennen muß, ohne allerdings ihrer Verschiedenfarbigkeit bewußt zu werden. Dahingegen wird er nicht imstande sein, die drei einfarbigen „Grundworte" dieser Tafel zu lesen, da sie in den Verwechselungsfarben des Untergrundes gehalten sind. Ist der Prüfling so in den Gang der Untersuchung eingeweiht und weiß er, um was es sich handelt, so wird sich die weitere Prüfung ohne Hindernisse abspielen.

Man darf nun nicht erwarten, nur solchen Farbenuntüchtigen zu begegnen, die sämtliche Worte bzw. Wortbilder nicht entziffern können. Dazu sind die Formen der Farbensinnstörungen und ihre Übergänge viel zu verschieden; ja man kann so weit gehen und sagen, daß kein Farbenuntüchtiger dem anderen genau gleicht, obgleich sie, wie Stilling sich treffend ausdrückt, alle „gleichsam über einen Leisten geschlagen" sind. Deshalb genügt es zum Nachweis eines mangelhaften Farbensinns bzw. einer Farbensinnstörung, wenn nur die Einfarbigkeit eines **einzigen Grundwortes** nicht erkannt und das Grundwort dementsprechend nicht gelesen werden kann. Die Farbenzusammenstellungen sind eben so gewählt, daß der Farbenuntüchtige sich mindestens bei einer derselben verraten muß. Eine Ausnahme macht nur die als Kontrollprobe vorgesehene modifizierte Cohnsche Tafel, von deren Bestehen oder Nichtbestehen allein das Urteil nicht abhängig zu machen ist. Übrigens ist mit Rücksicht auf die große Zahl der sogenannten „Farbendummen", d. h. derjenigen, die mangels entsprechender Vorbildung, Intelligenz und Übung nur

über eine mangelhaft ausgebildete **Farbenkenntnis** (nicht **Farbensinn**) verfügen, am Rande einer jeden Tafel ein Farbenstreifen derjenigen Farbentöne angebracht, in der die einfarbigen Grundworte der betreffenden Tafel erscheinen. Zur Erleichterung des gegenseitigen Verständnisses deute man deshalb bei solchen Individuen und überhaupt bei zögerndem Verhalten des Prüflings auf diesen Farbenstreifen und fordere ihn auf, ein Wort oder einzelne Buchstaben in dieser Farbe ohne Berücksichtigung ihrer drei verschiedenen Helligkeitsabstufungen zu buchstabieren. Auch ist es durchaus nicht verpönt, gelegentlich nach den Farben der einzelnen Buchstaben, wenigstens so weit es sich um die Hauptbenennungen handelt, zu fragen oder sich selbst einer Farbenbenennung bei der Fragestellung zu bedienen; nur muß man sich stets gegenwärtig halten, daß eine richtige Benennung ebensowenig beweisend für einen gesunden Farbensinn ist, wie verkehrte Farbenangabe für Farbenuntüchtigkeit. Zur Feststellung etwaiger gesteigerter Kontrastwirkungen bildet die Farbenbenennung für den geübten Untersucher sogar eine willkommene Unterstützung. Übrigens ist nicht notwendig, stets alle 24 Wortbilder der acht Tafeln, deren sich diese Methode bedient, lesen zu lassen. Bei der weitaus größten Mehrzahl der Fälle wird die Prüfung mit je einem oder zwei Wörtern jeder Tafel zur Orientierung über den ausreichenden Farbensinn, zumal des einigermaßen intelligenten und unbefangenen Prüflings, vollauf genügen.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß diese Methode auf den Versuch einer exakten Feststellung der Art und des Grades der Farbensinnstörung von vornherein verzichtet, da eine solche wissenschaftlich ebenso unsicher wie praktisch wertlos ist. Doch wird es dem mit Farbensinnuntersuchungen Vertrauten nicht entgehen, daß die gewählten Farbenzusammenstellungen und das verschiedene Verhalten des jeweiligen Farbenuntüchtigen ihnen gegenüber eine mindestens ebenso genaue Differenzierung der einzelnen Formen der Farbensinnstörungen ermöglichen, wie die übrigen Pigmentproben.

Im Gegensatz zu allen sonstigen Untersuchungsmethoden ist bei dieser Probe die Anordnung der Tafeln als Wandtafeln zur Anwendung gekommen. Dadurch soll in erster Linie der Zweck ihrer besonderen Brauchbarkeit bei Massenuntersuchungen im unmittelbaren Anschluß an die Feststellung des Sehvermögens erreicht werden und in zweiter Linie dem Untersucher ein größerer Spielraum in der Wahl der Untersuchungs-(Lese-)distanz gelassen werden. Es hat sich nämlich gezeigt, daß diese durchaus nicht gleichgültig ist, da eine Anzahl von Farbenuntüchtigen erst bei zunehmender Entfernung bzw. Verkleinerung des farbigen Objekts ihren mangelhaften Farbensinn offenbaren, ein Umstand, dem durch die Anwendung der Proben in Form von Wandtafeln naturgemäß im weitesten Maße Rechnung getragen werden kann. Die dem Urteil zugrunde zu legende Durchschnittsentfernung beträgt unter Berücksichtigung der verschiedenen Größe und Stärke der einzelnen Buchstaben 2—3 m, und in dieser Entfernung ist bei normalem oder entsprechend korrigiertem Sehvermögen die Prüfung zu beginnen.

Zum Schluß seien die Hauptgrundsätze der vorliegenden Darstellung noch einmal in übersichtlicher Weise zusammengefaßt:

Ein sicheres Farbenunterscheidungsvermögen ist eine unerläßliche Forderung für die Tauglichkeit zum Seemannsberuf und zu sonstigen Berufsarten, deren Vertreter im Signaldienst oder in solchen verantwortlichen Stellungen beschäftigt sind, in denen sie farbige Lichter zu beurteilen haben.

Bei einem großen Teil der männlichen Bevölkerung (8 bis 10 v. H.) sind Farbensinnstörungen als angeborener Zustand festzustellen, die trotz ihrer wissenschaftlichen Verschiedenheiten vom praktischen Standpunkte aus gleich zu bewerten sind und die von ihnen Befallenen für eine Reihe von Berufszweigen, vor allem für den Seemannsberuf als untauglich ausschließen.

Daher ist die sichere Erkennung und Feststellung dieser Farbenuntüchtigen ohne Rücksicht auf ihre wissenschaftliche Bewertung von großer allgemeiner Wichtigkeit und Bedeutung.

Da die zur Erkennung der Farbensinnstörungen zur Zeit am meisten gebräuchlichen Methoden, soweit sie nicht auf der Prüfung mit Spektralfarben beruhen, keinen Anspruch auf absolute Zuverlässigkeit machen können, wird zu ihrer Kontrolle und Ergänzung die Anwendung einer neuen Untersuchungsmethode in Vorschlag gebracht.

Die Eisverhältnisse des Winters 1914/15 in außerdeutschen europäischen Gewässern.

(Amtlich)

In dienstlichem Auftrage bearbeitet von Kapt. G. Reinicke.

Schon die Bearbeitung der Eisverhältnisse des Winters 1913/14 (vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1915, S. 473) mußte von den früheren abweichen, weil aus russischen Gewässern keine amtlichen Angaben, sondern nur Eisberichte und Schiffsmeldungen aus den Zeitungen zur Verfügung standen. Da auch diese vom Kriegswinter 1914/15 aus russischen Ostseegewässern fehlen, zeigt der folgende Bericht eine Lücke; und wenn es auch möglich erscheint, diese, in großen Zügen wenigstens, durch Schlüsse auszufüllen, die sich aus den Eisverhältnissen der schwedischen Gewässer und aus den täglichen Wetterkarten ziehen lassen, so kann dies natürlich nicht Aufgabe der Berichterstattung sein. Die Beigabe einer Zusammenfassung der wenigen Nachrichten aus dem Nördlichen Eismeere und dem Schwarzen Meere möge die Änderung der Überschrift begründen.

I. Die Eisverhältnisse in den schwedischen und russischen Gewässern der Ostsee.

A. Schluß der Schiffahrt.

1. **Der Nordbotten.** In den nördlichsten schwedischen Nordbottenhäfen trat der Schluß der Schiffahrt im November 1914 kaum später ein als zur mittleren Zeit, dagegen wurden die schwedischen Häfen am südlichen Teile des Nordbottens ungewöhnlich lange offen gehalten; z. B. Sundsvall und Gefle bis zum 8. und 9. III. 1915, gegen den 27. I. und 1. II. als späteste Tage der letzten 10 Jahre.

Allerdings war infolge des milden Wetters im Dezember auch der Anfang des Zufrierens der südlichen Nordbottenhäfen ungewöhnlich spät eingetreten, in Sundsvall am 1. I., in Gefle am 8. I., aber die niedrigen Temperaturen im Januar und Februar — Hernösand hatte am 30. I. früh —24° und im Februar nur drei Tage, an denen die Morgentemperaturen bis 0° stiegen — und die Berichte von Schiffen über zunehmende Vereisung des südlichen Nordbottens lassen doch erkennen, daß die beiden großen Häfen Sundsvall und Gefle nur durch den starken Verkehr des Kriegswinters, durch Verwendung besonders starker Dampfer und durch verbesserte Eisbrecherarbeiten aufrecht erhalten werden konnten, bis endlich nach starkem Frost in den ersten Märztagen (Hernösand hatte am 5. III. früh —17°) auch hier die Schiffahrt unmöglich wurde. Im Zusammenhang hiermit darf erwähnt werden, daß im Laufe des Jahres 1915 einige neue, zum Teil sehr starke schwedische Eisbrecher erbaut worden sind.

Daß auf der finnischen Seite des südlichen Nordbottens sehr große Anstrengungen gemacht wurden, die Häfen offen zu halten, geht aus Schiffsnachrichten hervor, namentlich versuchte man Raumö, wo der meiste Verkehr gewesen zu sein scheint, offen zu halten. Von dort wurde auf Umwegen gemeldet, daß am 20. I. mindestens zehn Minen durch Eispressungen zum Sprengen gebracht wären, und ferner vom 4. II., daß mehrere Dampfer draußen schon tagelang im Eise festsäßen. Inwieweit der Verkehr zwischen den Dampfern draußen und dem Hafen durch Schlitten aufrecht erhalten worden ist, ist hier nicht bekannt geworden. In Wasa hatte die Schiffahrt schon am 30. XI. aufgehört.

2. **Der Finnische Meerbusen.** Von Narva ist am 21. XII. gemeldet worden, der Fluß sei vollständig zugefroren und die Schiffahrt habe aufgehört. Weitere Meldungen aus dem Finnischen Meerbusen fehlen.

3. **Aus dem Rigaschen Meerbusen liegt keine auf den Schluß der Schiffahrt bezügliche Meldung vor.**

4. **Libau und Windau.** Keine Meldungen.

5. **Die schwedischen Gewässer südlich von Stockholm** sind mit Ausnahme von Nyköping und Arkösund den ganzen Winter über für Dampfer befahrbar gewesen. Das Nähere ergibt die Tabelle weiter hinten. Die Feuerschiffe »Kopparstenarne« und »Svenska Björn« sind Anfang Januar eingezogen worden.

B. Die Wiedereröffnung der Schiffahrt.

6. **Schwedische Gewässer südlich von Stockholm**, vgl. die nachstehende Tabelle.

Tabellarische Zusammenstellung der Eisverhältnisse in den schwedischen Ostseehäfen im Winter 1914/15.

Nach Mitteilungen des Königlichen Nautischen Bureaus in Stockholm.

Hafen	Zugang[33])	Aufgang[34])	Einlaufen unmöglich für Segelschiffe	Einlaufen unmöglich für Dampfer	Einlaufen wieder möglich für Segelschiffe	Einlaufen wieder möglich für Dampfer
Malmö[1])	—	—	—	—	—	—
Skanör[2]	1915 18. I.	1915 22. I.	—	—	—	—
Trelleborg[3])	—	—	—	—	—	—
Ystad[4])	19. I.	30. III.	—	—	—	—
Simrishamn[5])	—	—	—	—	—	—
Åhus[6])	7. II.	15. II.	1915 11. II.	—	1915 14. II.	—
Sölvesborg[7])	19. I.	14. III.	19—23. I. 28. I.—2. III. 9.—14. III.	—	23. I., 2. III. 14. III.	—
Karlshamn[8])	—	—	—		—	—
Ronneby[9])	31. I.	10. II.	1915 31. I.	—	1915 10. II.	—
Karlskrona[10])	18. I.	21. III.	30. I.		21. III.	—
Wisby[11])	—	—	—	—	—	—
Kalmar[12])	18. I.	5. IV.	18. I.	—	30. III.	—
Oskarshamn[13])	1914 27. XII.	1. IV.	20. III.	—	21. III.	—
Westervik[14])	1915 19. I.	14. IV.	29. I.	—	24. III.	—
Arkösund[15])	28. I.	6. IV.	29. I.	1915 1. II.	4. IV.	1915 27. III.
Oxelösund[16])	31. I.	23. III.	1. II.	—	23. III.	—
Norrköping[17])	7. I.	20. IV.	10. I.	—	20. IV.	—
Nyköping[18])	3. I.	23. IV.	3. I.	5. I.	21. IV.	20. I.
Stockholm[19])	9. I.	22. IV.	9. I.	—	21. IV.	—
Gefle[20])	8. I.	27. IV.	9. I.	9. III.	20. IV.	10. IV.
Söderhamn[21])	1914 26. XI.	28. IV.	8. I.	13. I.	27. IV.	27. IV.
Hudiksvall[22])	31. XII.	29. IV.	2. I.	12. I.	28. IV.	26. IV.
Sundsvall[23])	1915 1. I.	24. IV.	1. I.	8. III.	24. IV.	17. IV.
Hernösand[24])	9. I.	30. IV.	9. I.	20. I.	30. IV.	22. IV.
Örnsköldsvik[25])	1914 14. XII.	7. V.	1914 14. XII.	3. I.	7. V.	7. V.
Holmsund[26])	5. XI.	10. V.	22. XI.	8. I.	7. V.	5. V.
Umeå[27])	4. XI.	9. V.	7. XI.	1914 18. XI.	9. V.	7. V.
Ratan[28])	11. XII.	11. V.	11. XII.	13. XII.	11. V.	9. V.
Skellefteå[29])	5. XI.	9. V.	14. XI.	23. XI.	8. V.	3. V.
Piteå[30])	30. X.	14. V.	31. X.	22. XI.	14. V.	10. V.
Luleå[31])	21. X.	27. V.	31. X.	18. XI.	27. V.	17. V.
Salmis[32])	5. XI.	28. V.	15. XI.	15. XI.	26. V.	22. V.

[1]) Weder festes Eis noch Treibeis. [2]) Kein festes Eis; nur schwache Eisbildung zwischen 18—22. I. [3]) Kein festes Eis; nur dünner Eisbrei Ende Januar und Anfang Februar. [4]) Während der Eisperiode zeitweis ganz eisfrei; kein festes Eis noch Treibeis. [5]) Kein Eis. [6]) Kein festes Eis; nur Packeis. **G. D.** 8. II. 30 cm. [7]) **G. D.** 3. II. 15 cm. [8]) Keine Eishindernisse für die Seefahrt. [9]) Kein festes Eis noch Treibeis außerhalb des Hafens. **G. D.** 7. II. 3 cm. [10]) Kein festes Eis außerhalb des Hafens, nur 9.—17. III. in der Fahrstraße Södra-Skräfelingen—Karlskrona. **G. D.** 15. III. 15 cm. [11]) Kein Eis. [12]) Treibeis 14.—25. II. **G. D.** 25 cm. [13]) Kein festes Eis, nur Eisbrei und Packeis. **G. D.** 15 cm. [14]) Festes Eis bis Idö Flämskär 1—8. II., 9—15. III. und 19. III. Treibeis 1. II., 16.—18. II., 9. III., 19. III. **G. D.** 25. II. 25 cm. [15]) **G. D.** 10. III. 20 cm. [16]) Kein festes Eis; Treibeis 18.—22. II., 8.—10. III., 12.—13. III., 20.—23. III. [17]) Die Seefahrt für Dampfer mit Eisbrechern offen gehalten. **G. D.** 38 cm. [18]) Festes Eis in der Mällskärs-Straße 1. II.—23. III. [19]) **G. D.** 24 cm. [20]) **G. D.** 20. III. 44 cm. Festes Eis 6.—10. III., schweres Treibeis 9. III.—10. IV. [21]) **G. D.** 15. 3. 33 cm. Festes Eis 4.—9. III. Bedeutendes Treibeis 15.—21. I., 26. I.—3. III., 10. III.—18. IV. und 21—27. IV. [22]) **G. D.** 8. III. 55 cm. [23]) **G. D.** 29. III. 61 cm. Festes Eis 1. II.—19. IV. Viel Treibeis 25. I. bis 23. IV. Die Seefahrt den ganzen Winter hindurch mit Eisbrechern für Dampfer möglich gemacht. [24]) **G. D.** 20. III. 46 cm. Festes Eis bis zur Grenze der Seeweite von Senjö 26. I.—1. II. Viel

Treibeis 2.—23. III. [25]) **G. D.** 40 cm. [26]) **G. D.** 48 cm. Festes Eis in den Fahrstrassen und im Meere 29. I.—26. IV. Grobes Treibeis an der Küste 11. I.—14. V. [27]) **G. D.** 60 cm. Festes Eis in den Fahrstraßen und im Meere 29. I.—26. IV. Grobes Treibeis an der Küste 11. I.—14. V. [28]) **G. D.** 60 cm. Festes Eis im Meere außerhalb des Hafens 14. I.—29. IV. Kein bedeutendes Treibeis; das letzte wurde den 16. Mai gesehen. [29]) **G. D.** 55 cm. Festes Eis im Meere 10. I.—24. IV. Kein bedeutendes Treibeis. [30]) **G. D.** 90 cm. Festes Eis im Meere 10. I.—11. V. Bedeutendes Treibeis 22. XI. 1914—11. I. 1915 und 26. IV.—20. V. [31]) **G. D.** 31. 3. 90 cm. [32]) **G. D.** 100 cm. Die Fahrstraßen mit festem Eise belegt 15. XII. 1914—26. V. 1915. Viel Treibeis an der Küste 16. XI. 1914 bis 4. VI. 1915. [33]) Zugang = Anfang des Gefrierens. [34]) Aufgang = Eisfreier Hafen.

G. D. = Größte Dicke des festen Eises im Hafen.

7. Vom **Rigaschen Meerbusen** ist nur gemeldet, daß das Eis der Düna am 14. IV. bereits heruntergekommen, ganz oben aber noch nicht aufgebrochen war.

8. **Finnischer Meerbusen.** Keine Meldungen.

9. **Der Nordbotten.** Die Eröffnungszeiten der schwedischen Häfen sind aus der folgenden Tabelle zu ersehen. Die sonstigen Berichte lassen aber erkennen, daß mit der Eröffnung der Häfen die Schiffahrt draußen noch lange nicht frei war. So ist es dem ersten, am 20. IV. in Gefle angekommenen Dampfer nur gelungen sein Ziel zu erreichen, weil sich das Eis infolge südwestlichen Windes und Regens von der Küste losgelöst hatte und vor dieser eine freie Rinne entstanden war. Die Ost- und die Westkvarken sind am 29. IV. bei nördlichem Winde, der das Eis bald nach Süden abtrieb, aufgebrochen. Die Schiffahrt zwischen Schweden und Finnland ist am 10. V. wieder aufgenommen; zugleich wurde gemeldet, daß verschiedene außerhalb des Eisgürtels der finnischen Küste wartende Dampfer die Häfen erreicht hätten. Das Feuerschiff »Südostbrotten« ist am 15. V. wieder ausgelegt worden.

II. Die Eisverhältnisse in den dänischen Gewässern.

Der Winter 1914/15 ist sehr milde gewesen, und demnach ist, wie die folgende, der Bearbeitung des dänischen Meteorologischen Instituts entnommene Tabelle zeigt, in dänischen Gewässern auch nur wenig Eis aufgetreten; in offenen Gewässern gar nicht oder doch kaum nennenswert. Die Durchschnittszahl der Tage mit Eis für die letzten neun Jahre beträgt 15.4, dagegen ist die Durchschnittszahl für den Winter 1914/15 nur 6.1.

Zahl der Tage, an denen Eis vorhanden war:

Art der Gewässer	1906/7	1907/8	1908/9	1909/10	1910/11	1911/12	1912/13	1913/14	1914/15
In Fahrstraßen	6.6	0.2	18.6	0.1	0	17.7	0.3	0.1	0
« Häfen an Fahrstraßen	17.4	2.9	28.4	2.2	0.5	20.4	3.2	2.1	0.5
« teilweise geschlossenen Gewässern	24.2	6.7	41.0	2.1	0.2	35.1	6.2	4.6	2.7
« Häfen an geschlossenen Gewässern	52.8	25.5	69.2	14.2	9.6	49.1	18.4	15.0	16.9
« geschlossenen Gewässern	57.9	32.2	66.3	20.7	5.6	52.9	19.1	16.6	19.3
An allen Beobachtungsstellen	30.3	10.1	38.8	5.7	2.4	31.5	7.4	6.0	6.1

Nur geschlossene Gewässer, namentlich Skive-Fjord, Randers-Fjord, Kolding-, Roskilde- und Praestö-Fjord, haben wochenlang Eis gehabt, doch ist auch hier nirgends so viel gewesen, daß der Dampferverkehr hat eingestellt werden müssen. Schwierigkeiten für Dampfer sind nur von Mariager und auch nur von vier Tagen gemeldet. Die folgende Tabelle zeigt, daß die Beschränkung der Segelschiffahrt auch nirgends lange gedauert hat.

Die Eisverhältnisse in den dänischen Gewässern.

In dieser Tabelle bedeuten:

Die ersten Zahlen hinter den Namen: Zahl der Tage, an denen die Schiffahrt behindert gewesen ist,
« zweiten « « « « : « « « « « Segelschiffahrt unmöglich war.
« nicht eingeklammerten Daten: Nur die Segelschiffahrt geschlossen.
« mit runden Klammern umschlossenen Daten ( ): Dampfschiffahrt behindert.
« « eckigen « « « [ ]: Schiffahrt geschlossen.

1. Westküste Jütlands.
Esbjerg 0.

2. Limfjord.
Lemvig-Hafen 2.
Skive-Hafen und -Fjord 55, 5, 28.—31. I., 19. III. (1.—5. II.).
Limfjord vor Aalborg 2.

3. Kattegat.
Randers-Fjord 28.
Horsens-Hafen und -Fjord 13.
Odense-Hafen und -Kanal 10.

4. Sund.
Fahrwasser von Helsingör 0.
Hafen von Helsingör 0.
Fahrwasser von Kopenhagen 0.
Hafen von Kopenhagen 0.
Fahrwasser südlich von den Drogden 0.

5. Großer Belt.
Nyborg-Hafen 0.
Nakskov-Hafen 5, 2.

6. Kleiner Belt.
Vejle-Hafen und -Fjord 22.
Fredericia-Hafen 0.
Kolding-Hafen und -Fjord 24.

7. Ostsee.
Nysted Bredning 15, 1.

8. Isefjord.
Holbaek-Hafen 26.

9. Smaalands-Gewässer.
Selskör-Hafen und -Fjord 2.
Bandholm-Hafen 16, 4, 30. I.—2. II.
Vordingborg-Hafen 41. 14, 1.—14. II.

10. Fahrwasser südlich von Fünen.
Faaborg-Hafen und -Fjord 0.
Rudkjöbing-Hafen 2.
Marstal-Hafen 0.

Seine größte Dicke hat das Eis mit 30 cm im nördlichen Teile des Guldborgs-Fjordes erreicht. Kein dänisches Feuerschiff ist Eises wegen im Winter 1914/15 eingezogen gewesen.

III. Die Eisverhältnisse in holländischen Gewässern.

Nach der folgenden Reihe:

1907/08	1908/09	1909/10	1910/11	1911/12	1912/13	1913/14	1914/15
—0.03°	—1.23°	+0.78°	+0.43°	+0.97°	+1.02°	+1.44°	+0.39°

worin die Zahlen für den einzelnen Winter angeben, um wieviel die mittlere Temperatur der Monate November bis März, beide eingeschlossen, von der normalen abwich, ist der Winter 1914/15 in Holland zwar zu warm, durchschnittlich aber doch kälter als der Winter 1913/14 gewesen. Es sind aber im Winter 1914/15 nur die Monate November und März zu kalt, dagegen die Monate Dezember, Januar und Februar zu warm gewesen und eine eigentliche Frostperiode ist nicht eingetreten.

Die Behinderung der Schiffahrt durch Eis ist daher unbedeutend gewesen und hat sich auf einzelne Orte, einzelne Tage und auf die Kleinfahrt mit Segelfahrzeugen beschränkt.

IV. Über die Eisverhältnisse in norwegischen Gewässern

liegt nur eine Meldung vom 10. III. aus Dröback vor, wonach sich bei der strengen Kälte und dem ruhigen Wetter der letzten Tage das Becken bei Filtvedt mit Eis bedeckt habe; es hätte aber leicht gebrochen werden können und sei mit südlichem Winde aufgetrieben. Eisschwierigkeiten würden nicht mehr erwartet.

V. Island.

Von Siglufjord wurde am 29. III. gemeldet, daß bei Kap Nord viel Eis sei. Am 2. April ist es aber einem Dampfer gelungen, nach Jsafjord durchzukommen. Dann wurde am 11. V. durch Robbenfänger berichtet, nordnordwestlich von Island läge viel mehr Eis als in anderen Jahren, Jan Mayen sei aber verhältnismäßig frei. Ende Mai war viel Eis zwischen Skagata und Grimsey und der Öefjord war durch Eis ganz geschlossen. Am 23. VII. meldete Siglufjord, der Siglufjord sei eisfrei und es sei auch draußen kein Eis zu sehen, aber ein Teil des Öefjordes, Olafsfjord und Hedinsfjord seien noch voll von Eis. Von der Nordküste Islands war am 24. VII. alles Eis verschwunden bis auf das, das sich im Hafen von Akuyeri festgesetzt hatte.

VI. Archangel.

Nach einer Meldung vom 24. XI. fingen die Eisverhältnisse dort an sehr schwierig zu werden. Anfang Dezember trat wieder Tauwetter ein und vom 24. XII. wurde gemeldet, das Weiße Meer sei noch befahrbar, aber das Eis der Dwina mache Schwierigkeiten, wenn auch die Eisbrecher den Schiffen, die bis nach Maimaksa kämen, Wege bahnten. Verschiedene Meldungen berichten dann über immer schwierigere Eisverhältnisse und Havarien, bis am 24. I. gemeldet wurde, die Schiffahrt habe aufgehört.

Über den Aufbruch wurde bereits Mitte April gemeldet, es sei dem großen Eisbrecher »Canada« gelungen, sich vom Weißen Meere einen Weg nach Archangel zu bahnen. Am 30. IV. begann das Eis der Dwina aufzubrechen und am 6. V. wurde gemeldet, der Hafen von Archangel sei eisfrei. Es hätten sich aber auf der Barre Eisstopfungen gebildet, die erst am 8. V. vom Eisbrecher soweit durchgestoßen seien, daß ein Dampfer habe einkommen können. Schwere Eismassen im Weißen Meere wurden dann noch im Mai gemeldet; am 31. V. ist die Schiffahrt nach Archangel amtlich als eröffnet erklärt worden.

VII. Das Schwarze Meer.

Aus dem Schwarzen Meere sind keine Meldungen bekannt geworden, wohl aber vom Asowschen. Danach hat sich die Bucht vor Taganrog am 9. XI. zuerst mit Eis bedeckt. Am 28. XII. wurde von Mariupol strenge Kälte und zunehmende Stärke des Eises gemeldet.

Bei schwerem Nordostwinde ist am 6. II. das Eis im Don plötzlich aufgebrochen und hat unter den Schiffen, die dort im Winterlager gelegen haben, viel Schaden angerichtet. Mariupol meldete am 20. II. mildes, regnerisches Wetter und daß das Eis der Schiffahrt nicht mehr hinderlich sein würde. Am 17. III. ist das Eis vor Taganrog in Bewegung gekommen und am 27. III. wurde gemeldet, das Asowsche Meer sei eisfrei.

Der Mittagshafir und -halazun von Abul Hassan.

Die älteste Meßkarte zur Bestimmung von Sonnenhöhen.

Von A. Wedemeyer.

Der marokkanische Astronom Abul Hassan hat in einem Werke, das den Titel »Anfang und Ende« führt, eine Beschreibung der astronomischen Instrumente der Araber gegeben. Im 2. Buche findet sich die Konstruktion des Hafir und des Halazun. Aus diesen Meßkarten soll man für jeden Tag und jede Stunde die Länge des Schattens des Stiftes einer Horizontalsonnenuhr entnehmen. Da die Schattenlänge nur von der Höhe der Sonne über dem Horizonte abhängt, dient die Meßkarte indirekt zur Bestimmung der Höhe (h) der Sonne. Das Bild des Hafir besteht aus einem Polarkoordinatensystem, dessen Polarwinkel die Sonnenlängen (λ) und dessen Fahrstrahlen die trigonometrischen Tangenten der zugehörigen Höhen der Sonne um Mittag, um 1, 2, 3, 4 und 5^h nachmittags sind. Die Zeichnung dieses Hafir soll in der Weise geschehen, daß für je 10° Sonnenlänge die Kurve punktweise berechnet wird. Durch einen stetigen Linienzug werden dann die Punkte miteinander verbunden. Durch Einschalten kann man also die einer beliebigen Sonnenlänge entsprechende Schattenlänge entnehmen. In der Nähe der Sommersonnenwende ändert sich die Abweichung (δ) der Sonne nur gering, daher ist auch die Höhenänderung gering. Der Mittagshafir verläuft in jener Gegend sehr flach, außerdem hat die Kurve für Örter in der gemäßigten Zone dort Wendepunkte. Daraus folgt, daß das Einschalten an diesen Stellen ungenaue Ergebnisse liefert. Im Sommerhalbjahr sind die Schatten ebenso lang wie im Winterhalbjahr. Die Zeichnung der halben Kurve genügt daher für den praktischen Gebrauch. Um die Sicherheit des Einschaltens zu erhöhen, verdoppelte Hassan die Polarwinkel, während er die Fahrstrahlen ungeändert ließ. Er erreichte dadurch, daß die Schattenlängen eines Halbjahrs auf den Vollkreis

verteilt sind. Diese Halazun (= Schnecke) genannten Kurven haben für die Gegend, in denen Hassan lebte, keine Wendepunkte mehr und sind deshalb leichter und genauer zu zeichnen. Hafir und Halazun sind geschlossene Kurven, solange die Sonne nicht unter den Gesichtskreis sinkt. Mittagshafir und -halazun sind verhältnismäßig einfache Kurven 3., 4. und 6. Grades und haben gewisse Ähnlichkeit mit den Müngerschen Ovalen[1]). Die analytische Behandlung beider Kurven ist sehr leicht. Zu ihrer Untersuchung wurde ich angeregt durch eine Arbeit des Herrn Dr. Schoy[2]). Die von ihm entwickelte Parameterdarstellung der Kurven ist sehr verwickelt. Die der Arbeit beigegebenen Figuren (Mittagshafir für $\varphi = 0^\circ$ und $\varphi = 30^\circ$) sind sehr unregelmäßige Kurven. Ich zeichnete den Mittagshafir für $\varphi = 30^\circ$ in großem Maßstabe. Schon die Berechnung der Koordinaten bestätigte meine Vermutung, daß die Kurve wesentlich anders verlaufen müßte. Die Nachprüfung der analytischen Entwicklungen ergab, daß die Grundformel fehlerhaft war. Auf die »schwierige« Diskussion des Mittagshalazun für beliebige Breiten verzichtet Herr Schoy.

Zur Festsetzung der Zeitpunkte der Sonnenwenden und Nachtgleichen beobachteten die Alten die kleinste und die größte Schattenlänge des Gnomons. Da sich die Schattenlängen in jener Zeit wenig ändern, mußte die Bestimmung ungenau ausfallen. Diesem Übelstande begegnete man, indem man etwa 10 Tage lang die gleichen Schatten beobachtete und dann das Mittel als gesuchten Zeitpunkt annahm. Ein anderes Verfahren findet sich nach Pater Gaulib[3]) in alten chinesischen Handschriften. Ein Chinese beobachtete auf 34° 32′ Nord-Breite am 9. November 173 n. Chr. den Mittagsschatten zu 10 Fuß und am 7. Febr. 174 zu 9.6 Fuß. Um diese Zeiten ist der Unterschied zweier aufeinanderfolgender Schattenlängen am größten. Die Mitte zwischen zwei solchen Zeitpunkten würde die Zeit der Wintersonnenwende sein. Die Bedingung ist also offenbar, daß der zweite Differentialquotient der Schattenlänge nach der Zeit oder, was fast dasselbe ist, nach der Länge der Sonne verschwindet, also $\frac{d^2 f(h)}{d \lambda^2} = 0$. Da der Differentialquotient $\frac{d^2 f(h)}{d \lambda^2}$ bei der nachfolgenden Untersuchung des Hafir und des Halazun abgeleitet werden muß, sollen auch die Zeiten der größten Schattenänderung bestimmt werden. Man kann dann entscheiden, welche Vorteile diese chinesische Methode gewährt.

1. Mittagshafir.

Die Mittagshöhe der Sonne für einen Ort auf der geographischen Breite φ ist $H = 90 - (\varphi - \delta)$; δ = Abweichung der Sonne. Aus der Definition des Hafir folgt, wenn die Gnomonhöhe als Einheit[4]) gesetzt wird,

$$r = \operatorname{tang}(\varphi - \delta) = \frac{\operatorname{tang}\varphi - \operatorname{tang}\delta}{1 + \operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\delta} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

Der Polarwinkel v ist gleich der Sonnenlänge λ. Die $+x$-Achse möge $v = 0$, die $+y$-Achse $v = \frac{\pi}{2}$ entsprechen. Dann ist

$$\left.\begin{array}{l} x = r\cos v = r\cos\lambda \\ y = r\sin v = r\sin\lambda. \end{array}\right\} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (2)$$

Ferner ist bekanntlich, wenn die Schiefe der Ekliptik mit ε bezeichnet wird,

$$\sin\delta = \sin\varepsilon\sin\lambda = \sin\varepsilon\sin v.$$

Aus (1) folgt:

$$(r - \operatorname{tang}\varphi)^2 = \operatorname{tang}^2\delta\,(1 + r\operatorname{tang}\varphi)^2 = \frac{\sin^2\varepsilon\sin^2 v}{1 - \sin^2\varepsilon\sin^2 v}(1 + r\operatorname{tang}\varphi)^2$$

$$r^2 - r^2\sin^2 v\,(\sin^2\varepsilon + \operatorname{tang}^2\varphi) + \sin^2 v\sin^2\varepsilon\sec^2\varphi - 2r\operatorname{tang}\varphi + \operatorname{tang}^2\varphi = 0.$$

$$r^4 - r^2y^2(\sin^2\varepsilon + \operatorname{tang}^2\varphi) + y^2\sin^2\varepsilon\sec^2\varphi - 2r^3\operatorname{tang}\varphi + r^2\operatorname{tang}^2\varphi = 0 \quad . \quad . \quad (3)$$

---

[1]) F. Münger, Die eiförmigen Kurven (Inaugural-Dissert.). Bern 1894.

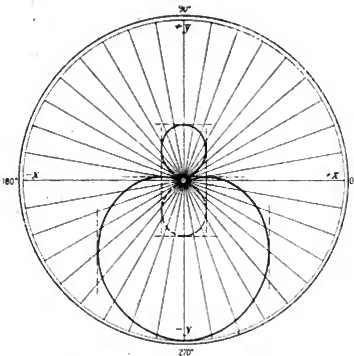
[2]) Carl Schoy, Arabische Gnomonik. (Aus dem Archiv der Seewarte, XXXVI. Jahrg. 1913 Nr. 1).

[3]) Nach brieflicher Mitteilung des Herrn Schoy.

[4]) In der Meßkarte würde die Gnomonhöhe dem Maßstab der Karte entsprechen.

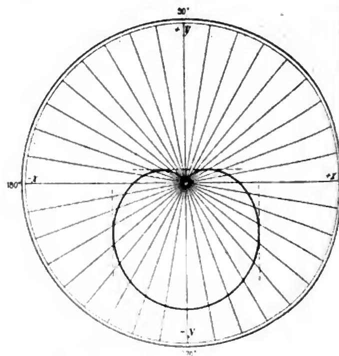
Die Gleichung des Mittagshafir in rechtwinkligen Koordinaten ist also 8. Grades; ε ist also Konstante φ als Parameter aufzufassen. Da die y-Achse durch Sommer- und Wintersonnenwende hindurchgeht, muß sie Symmetrieachse sein. Solange $\varphi - \delta < \frac{\pi}{2}$, ist r reell, mithin ist die Kurve geschlossen für alle Hafir in der heißen und der gemäßigten Zone. Die Kurve schneidet die x-Achse, wenn $\delta = 0$ ist, also $r = \text{tang}\,\varphi$. Sie geht durch den Nullpunkt, wenn $r = \text{tang}\,(\varphi - \delta) = 0$, also wenn $\varphi = \delta$. In der heißen Zone muß die Kurve aus zwei geschlossenen Kurvenzügen bestehen und die Form haben, wie sie Fig. 1 zeigt. Je näher der Ort, für den der Hafir konstruiert ist, an den Wendekreisen liegt, um so kleiner wird der obere Teil der Schleife und um so größer der untere. Ist $\varphi = \delta = \varepsilon$, so verschwindet der obere Teil. (Fig. 2.) Die Kurve geht nur einmal durch den Nullpunkt, der Knotenpunkt wird ein doppelter Punkt. Ist $\varphi > \varepsilon$ (Fig. 3), so liegt die Kurve ganz außerhalb des Nullpunktes[1]).

Fig. 1.



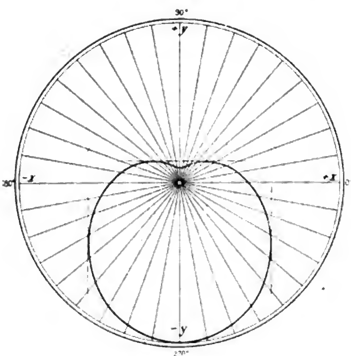
Mittagshafir für φ — 10°.

Fig. 2.



Mittagshafir für $\varphi = \varepsilon = 23°.45$.

Fig. 3.



Mittagshafir für $\varphi = 30°$.

Wie weiter unten nachgewiesen wird, hat die Kurve für $\lambda = \frac{\pi}{2}$ eine wagrechte Tangente. Eine Spitze kann dort im allgemeinen nicht vorkommen; Herr Schoy findet dagegen durch Rechnung und Zeichnung, daß die Kurven eine deutliche Spitze haben.

Streng genommen liegt die Schleife innerhalb des unteren Kurventeiles und ist dessen direkte Fortsetzung (in Fig. 1 durch die punktierte Kurve angedeutet). Ist aber nach der Definition

$$r = \text{tang}\,(\varphi - \delta)$$

für r nur der absolute Wert von tang $(\varphi - \delta)$ zu nehmen, so besteht der Hafir aus zwei im Nullpunkt zusammenhängenden einzelnen Kurven. Läßt man negative r zu, so hat die Kurve Ähn-

[1]) In den Figuren ist $\varepsilon = 23° 27'$ angenommen worden.

lichkeit mit den Paskalschen Schnecken. Für $\varphi = 0$ sind beide Kurvenäste kongruent, die Kurvengleichung ist dann 4. Grades. Transformiert man den Hafir durch reziproke Radien vom Nullpunkt aus, so entsteht wieder eine Kurve 8. Ordnung. Da in (3) nur gerade Potenzen von x und y vorkommen, sind beide Achsen Symmetrieachsen; die durch (3) dargestellten Kurven bestehen aus zwei kongruenten Hafir, von denen der eine das Spiegelbild des andern ist.

Um die Frage nach wagrechten, senkrechten und Wendetangenten zu erledigen, sollen erst einige Hilfsgleichungen abgeleitet werden.

Aus $\sin\delta = \sin\varepsilon\ \sin\lambda$ folgt:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{\partial\delta}{\partial\lambda} &= \sin\varepsilon\cos\lambda\sec\delta \\
\frac{\partial^2\delta}{\partial\lambda^2} &= -\sin\varepsilon\sin\lambda\sec\delta + \sin\varepsilon\cos\lambda\sin\delta\sec^2\delta\,\frac{\partial\delta}{\partial\lambda} \\
&= -\operatorname{tang}\delta\,(1 - \cos^2\lambda\sin^2\varepsilon\sec^2\delta) \\
&= -\operatorname{tang}\delta\sec^2\delta\,(\cos^2\delta - \cos^2\lambda\sin^2\varepsilon) \\
&= \operatorname{tang}\delta\sec^2\delta\,(\cos^2\delta + \sin^2\delta - \sin^2\varepsilon) \\
&= -\sin\delta\sec^3\delta\cos^2\varepsilon
\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

Ferner folgt aus $r = \operatorname{tang}(\varphi - \delta)$,

$$\left.\begin{aligned}
\frac{dr}{d\lambda} &= -\sec^2(\varphi-\delta)\frac{\partial\delta}{\partial\lambda} = -\frac{\sin\varepsilon\cos\lambda}{\cos^2(\varphi-\delta)\cos\delta} \\
\frac{d^2r}{d\lambda^2} &= \frac{2\sin(\varphi-\delta)}{\cos(\varphi-\delta)}\left(\frac{\partial\delta}{\partial\lambda}\right)^2 - \frac{1}{\cos^2(\varphi-\delta)}\frac{\partial^2\delta}{\partial\lambda^2} \\
&= \frac{2\sin(\varphi-\delta)\sin^2\varepsilon\cos^2\lambda}{\cos^3(\varphi-\delta)\cos^2\delta} + \frac{\sin\delta\cos^2\varepsilon}{\cos^3\delta\cos^2(\varphi-\delta)}
\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

Aus (2) erhält man, da $v = \lambda$:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{dy}{d\lambda} &= \frac{\partial r}{\partial\lambda}\sin\lambda + r\cos\lambda \\
\frac{dx}{d\lambda} &= \frac{\partial r}{\partial\lambda}\cos\lambda - r\sin\lambda
\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

Für **wagrechte Tangenten** ist

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\partial y}{\partial\lambda}\cdot\frac{\partial\lambda}{\partial x} = 0,$$

also

$$\frac{dy}{d\lambda} = -\frac{\sin\varepsilon\cos\lambda\sin\lambda}{\cos^2(\varphi-\delta\cos\delta} + \frac{\sin(\varphi-\delta)}{\cos(\varphi-\delta)}\cos\lambda = 0 \quad \ldots\ldots \quad (7)$$

Die Gleichung wird erfüllt für

$$\lambda_1 = \frac{\pi}{2},\ \lambda_2 = \frac{3\pi}{2},$$

die zweite Bedingung ist $2\operatorname{tang}\delta = \sin 2(\varphi - \delta)$ . . . . . (7a)

$$\text{Aus}\ \frac{dx}{d\lambda} = -\frac{\sin\varepsilon\cos^2\lambda}{\cos^2(\varphi-\delta)\cos\delta} - \frac{\sin(\varphi-\delta)}{\cos(\varphi-\delta)}\sin\lambda = 0 \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

folgt als Bedingung für **senkrechte Tangenten**

$$\sin^2\varepsilon - \sin^2\delta + \sin(\varphi-\delta)\cos(\varphi-\delta)\sin\delta\cos\delta = 0$$

$$4\sin(\delta+\varepsilon)\sin(\delta-\varepsilon) = \sin 2(\varphi-\delta)\sin 2\delta \quad \ldots\ldots \quad (8a)$$

oder

$$4(\cos 2\delta - \cos 2\varepsilon) = \cos 2\varphi - \cos 2(\varphi - 2\delta) \quad \ldots\ldots \quad (8b)$$

Da δ stets kleiner als ε, ist die linke Seite der Gleichung (8a) stets negativ. Mithin muß entweder $\sin 2\delta$ oder $\varphi - \delta$ negativ sein. Senkrechte Tangenten kommen im 3. und 4. Quadranten stets vor, im ersten und zweiten nur bei den Kurven für Örter der heißen Zone. Für die Kurve $\varphi = \varepsilon$ tritt auch im Nullpunkt eine senkrechte Tangente auf; diese Kurve hat daher im Nullpunkte eine Spitze. Wagrechte Tangenten treten nur im 1. und 2. Quadranten auf. Da die Tangente für $\lambda = \frac{\pi}{2}$ ebenfalls wagrecht verläuft, liegt die Vermutung nahe, daß bei den Kurven $\varphi > \varepsilon$ eine Wendetangente auftritt. Zu berücksichtigen ist, daß in (1), da r stets positiv sein soll, nur der absolute Wert von

$\varphi - \delta$ einzusetzen ist, also wenn $\varphi < \delta$, $r = \operatorname{tang}(\delta - \varphi)$ genommen werden muß. In (5) wird dann das 2. Glied rechter Hand negativ.

Die Bedingung für die Wendetangenten ist:

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = 0.$$

Nun ist:

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{\partial \frac{dy}{dx}}{\partial \lambda} \cdot \frac{\partial \lambda}{\partial x}.$$

Mithin muß sein:

$$\frac{\partial \frac{dy}{dx}}{\partial \lambda} = 0 \quad \text{oder} \quad \frac{\partial \lambda}{\partial x} = 0,$$

solange die Wendetangenten nicht mit senkrechten Tangenten zusammenfallen. Es ist nach (8):

$$\frac{\partial x}{\partial \lambda} = -\frac{\sin^2 \varepsilon \cos^2 \lambda + \sin(\varphi - \delta) \sin \varepsilon \sin \lambda \cos \delta \cos(\varphi - \delta)}{\cos^2(\varphi - \delta) \cos \delta \sin \varepsilon}.$$

Der Nenner verschwindet, wenn $\varphi - \delta = \frac{\pi}{2}$ oder $\delta = \frac{\pi}{2}$ ist. $\delta = \frac{\pi}{2}$ ist unmöglich. $\varphi - \delta = \frac{\pi}{2}$ ist nur in der Polarzone möglich. Diese Hafir sollen von der Untersuchung ausgeschlossen werden.

Aus (6) ergibt sich:

$$\frac{\partial \frac{dy}{dx}}{\partial \lambda} = 0 = \left(\frac{\partial^2 r}{\partial \lambda^2} \sin \lambda + 2 \frac{\partial r}{\partial \lambda} \cos \lambda - r \sin \lambda\right)\left(\frac{\partial r}{\partial \lambda} \cos \lambda - r \sin \lambda\right)$$
$$+ \left(-\frac{\partial^2 r}{\partial \lambda^2} \cos \lambda + 2 \frac{\partial r}{\partial \lambda} \sin \lambda + r \cos \lambda\right)\left(\frac{\partial r}{\partial \lambda} \sin \lambda + r \cos \lambda\right) = r^2 - r \frac{\partial^2 r}{\partial \lambda^2} + 2\left(\frac{\partial r}{\partial \lambda}\right)^2.$$ [1]

Setzt man aus (5) die Werte ein, so findet man

$$0 = \frac{\sin^2(\varphi - \delta)}{\cos^2(\varphi - \delta)} - \frac{2 \sin^2(\varphi - \delta) \sin^2 \varepsilon \cos^2 \lambda}{\cos^4(\varphi - \delta) \cos^2 \delta} - \frac{\sin(\varphi - \delta) \sin \delta \cos^2 \varepsilon}{\cos^3(\varphi - \delta) \cos^3 \delta} + \frac{2 \sin^2 \varepsilon \cos^2 \lambda}{\cos^4(\varphi - \delta) \cos^2 \delta},$$

also:

$$\sin^2(\varphi - \delta) \cos^2 \delta + 2 \sin(\varepsilon + \delta) \sin(\varepsilon - \delta) = \operatorname{tang}(\varphi - \delta) \operatorname{tang} \delta \cos^2 \varepsilon \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Die linke Seite dieser Gleichung ist stets positiv, da $\varepsilon > \delta$. Soll auch die rechte Seite positiv werden, so muß $\operatorname{tang} \delta$ positiv, also $\delta > 0$ sein. Durch eine Überschlagsrechnung ergibt sich, daß für die Kurven $\varphi < \varepsilon$, also in der heißen Zone, keine Wendetangenten vorkommen. Ist $\varphi = \varepsilon = \delta$, so wird (9) erfüllt. Für Kurven $\varphi > \varepsilon$ existiert eine Wendetangente. Setzt man $\delta = \varepsilon$, so werden die Bedingungen 9) und 7a) zugleich erfüllt; wagrechte Tangenten und Wendetangente fallen zusammen. Aus $2 \operatorname{tang} \varepsilon = \sin 2(\varphi - \varepsilon)$ folgt $\varphi = 53°.6$. Die obere Grenze für das Auftreten der Wendetangenten bilden also die Hafir für $\varphi = 53°.6$.

Die Quadratur des Mittagshafir $\varphi = 0$ gestaltet sich einfach. Da die Kurvenfläche durch die Y-Achse in vier kongruente Teile zerlegt wird, hat man

$$F = 2\int_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{\pi}{2}} r^2 \, d\lambda = 2\int_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{\pi}{2}} \operatorname{tang}^2 \delta \, d\lambda = 2\int_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{\pi}{2}} \frac{\sin^2 \varepsilon \sin^2 \lambda}{1 - \sin^2 \varepsilon \sin^2 \lambda} \, d\lambda = -2\int_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{\pi}{2}} d\lambda + \int_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{\pi}{2}} \frac{d\lambda}{1 + \sin \varepsilon \sin \lambda} + \int_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{\pi}{2}} \frac{d\lambda}{1 - \sin \varepsilon \sin \lambda}.$$

Um die Teilintegrale aufzulösen, setze man:

$$z = \operatorname{tang}\left(45 - \frac{\lambda}{2}\right) = \frac{1 - \operatorname{tang} \frac{\lambda}{2}}{1 + \operatorname{tang} \frac{\lambda}{2}}, \quad \operatorname{tang} \frac{\lambda}{2} = \frac{1 - z}{1 + z};$$

[1]) Im Taschenbuch der Mathematik von Ligowski wird als Bedingung für Wendepunkte angegeben $u + u'' = 0$, worin $u = \frac{1}{r}$ und $u'' = \frac{\partial^2 u}{\partial v^2}$ zu setzen ist.

dann ist:

$$\sin\lambda = \frac{2\,\mathrm{tang}\,\frac{\lambda}{2}}{1+\mathrm{tang}^2\,\frac{\lambda}{2}} = \frac{1-z^2}{1+z^2}$$

$$\partial\lambda = -\frac{2}{(1+z^2)}\,\partial z.$$

Daher wird das unbestimmte Integral

$$\int\frac{d\lambda}{1+\sin\varepsilon\sin\lambda} = -\int\frac{2}{1+z^2}\cdot\frac{dz}{1+\sin\varepsilon\,\frac{1-z^2}{1+z^2}} = -\frac{2}{1+\sin\varepsilon}\int\frac{dz}{1+z^2\,\frac{1-\sin\varepsilon}{1+\sin\varepsilon}}$$

$$= -\frac{2}{1+\sin\varepsilon}\int\frac{\sqrt{\frac{1-\sin\varepsilon}{1+\sin\varepsilon}}}{\sqrt{\left(\frac{1-\sin\varepsilon}{1+\sin\varepsilon}\right)}\left(1+z^2\,\frac{1-\sin\varepsilon}{1+\sin\varepsilon}\right)}\cdot dz$$

$$= -2\sec\varepsilon\int\frac{\mathrm{tang}\left(45^\circ-\frac{\varepsilon}{2}\right)dz}{1+z^2\,\mathrm{tang}^2\left(45^\circ-\frac{\varepsilon}{2}\right)} = -2\sec\varepsilon\ \mathrm{arc\,tang}\left[z\cdot\mathrm{tang}\left(45^\circ-\frac{\varepsilon}{2}\right)\right]$$

$$= -2\sec\varepsilon\ \mathrm{arc\,tang}\left[\mathrm{tang}\left(45^\circ-\frac{\lambda}{2}\right)\mathrm{tang}\left(45^\circ-\frac{\varepsilon}{2}\right)\right].$$

Ferner ist das unbestimmte Integral:

$$\int\frac{d\lambda}{1-\sin\varepsilon\sin\lambda} = -2\sec\varepsilon\ \mathrm{arc\,tang}\left[\mathrm{tang}\left(45^\circ-\frac{\lambda}{2}\right)\mathrm{tang}\left(45^\circ+\frac{\varepsilon}{2}\right)\right].$$

Mithin:

$$F = \left[-2\lambda - 2\sec\varepsilon\ \mathrm{arc\,tang}\left(\mathrm{tang}\left(45^\circ-\frac{\lambda}{2}\right)\mathrm{tang}\left(45^\circ-\frac{\varepsilon}{2}\right)\right) - 2\sec\varepsilon\ \mathrm{arc\,tang}\left(\mathrm{tang}\left(45^\circ-\frac{\lambda}{2}\right)\mathrm{tang}\left(45^\circ+\frac{\varepsilon}{2}\right)\right)\right]_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{\pi}{2}}$$

$$= -\pi + 2\sec\varepsilon\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varepsilon}{2}\right) + 2\sec\varepsilon\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\varepsilon}{2}\right) = \pi\left(\frac{1}{\cos\varepsilon}-1\right) = \frac{2\pi\sin^2\frac{\varepsilon}{2}}{\cos\varepsilon}.$$

Durch Reihenentwicklung findet man:

$$\frac{\sin^2\varepsilon\sin^2\lambda}{1-\sin^2\varepsilon\sin^2\lambda} = \sin^2\varepsilon\sin^2\lambda + \sin^4\varepsilon\sin^4\lambda + \sin^6\varepsilon\sin^6\lambda + \ldots\ldots$$

Daher ist:

$$F = 2\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^2\varepsilon\sin^2\lambda + 2\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^4\varepsilon\sin^4\lambda + 2\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^6\varepsilon\sin^6\lambda + \ldots\ldots$$

Nach einer bekannten Rekursionsformel hat man:

$$\int\sin^{2n}\lambda\,d\lambda = -\frac{\sin^{2n-1}\lambda\cos\lambda}{2n} + \frac{2n-1}{2n}\int\sin^{2n-2}\lambda\,d\lambda.$$

Für $\lambda = 0$ und $\lambda = \frac{\pi}{2}$ ist $-\frac{\sin^{2n-1}\lambda\cos\lambda}{2n} = 0.$

Daher wird das bestimmte Integral

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2\lambda\, d\lambda = \frac{1}{2}\,\frac{\pi}{2}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^4\lambda\, d\lambda = \frac{3}{4}\cdot\frac{1}{2}\,\frac{\pi}{2}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^6\lambda\, d\lambda = \frac{5}{6}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{2}\,\frac{\pi}{2}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^8\lambda\, d\lambda = \frac{7}{8}\cdot\frac{5}{6}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{2}\,\frac{\pi}{2}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2n}\lambda\, d\lambda = \frac{1.\,3.\,5.\,7.\,\ldots\,(2n-1)}{2.\,4.\,6.\,8.\,\ldots\,(2n)}\cdot\frac{\pi}{2}$$

und

$$F = \pi\left[\frac{1}{2}\sin^2\varepsilon + \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\sin^4\varepsilon + \ldots\ldots \frac{1.\,3.\,5.\,7.\,\ldots\,(2n-1)}{2.\,4.\,6.\,8.\,\ldots\,2n}\sin^{2n}\varepsilon\right].$$

Vorher war gefunden:

$$F = \pi\left(\frac{1}{\cos\varepsilon} - 1\right) = \pi\left(\frac{1}{\sqrt{1-\sin^2\varepsilon}} - 1\right).$$

Nach bekannter Reihenentwicklung hat man

$$\frac{1}{\sqrt{1-\sin^2\varepsilon}} = 1 + \frac{1}{2}\sin^2\varepsilon + \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\sin^4\varepsilon + \ldots\ldots \frac{1.\,3.\,5.\,7.\,\ldots\,(2n-1)}{2.\,4.\,6.\,8.\,\ldots\,2n}\sin^{2n}\varepsilon.$$

Die beiden für F gefundenen Werte sind daher einander gleich.

Herr Schoy wendet ebenfalls auf das Integral die beiden eben gebrauchten Methoden an. Die Reihenentwicklung ist nur bis zur Aufstellung der Rekursionsformel durchgeführt. Nach der Methode der Partialbruchzerlegung findet er:

$$»F = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\lambda}{1-\sin\varepsilon\sin\lambda} - \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1+2\sin\varepsilon\sin\lambda}{4+\sin\varepsilon\sin\lambda}\,d\lambda.$$

Das erste Integral hat den Wert:

$$-2\sec\varepsilon\,\text{arc tang}\left[\sqrt{\frac{1+\sin\varepsilon}{1-\sin\varepsilon}}\,\text{tang}\left(45+\frac{\lambda}{2}\right)\right];$$

das zweite aber ist ein elliptisches.«

Dabei ist eine Grundregel für die Zerlegung in Partialbrüche übersehen, die besagt, daß die Variable im Zähler auf niedrigere Potenz gebracht werden muß als im Nenner. Das zweite Integral ist, wie oben bewiesen, kein elliptisches. Statt $4+\sin\varepsilon\sin\lambda$ ist $1+\sin\varepsilon\sin\lambda$ und statt $\text{tang}\left(45+\frac{\lambda}{2}\right)$ ist $\text{tang}\left(45-\frac{\lambda}{2}\right)$ zu setzen.

Wählt man für den Mittagshafir am Äquator statt der Sonnenlänge ihre Gerade Aufsteigung α als Polarwinkel, so entstehen zwei kongruente Kreise mit den Radien $\varrho = \frac{1}{2}\,\text{tang}\,\varepsilon$. Der Inhalt der ganzen Fläche ist also:

$$F' = 2\pi\,\text{tang}^2\varepsilon = \frac{2\pi\sin^2\frac{\varepsilon}{2}\cos^2\frac{\varepsilon}{2}}{\cos^2\varepsilon}.$$

Ein Vergleich der Flächen dieses Hafir mit dem vorherbehandelten ergibt:

$$F' : F = \cos^2\frac{\varepsilon}{2} : \cos\varepsilon,$$

also $F' > F$. Da $\lambda > \alpha$, so muß F innerhalb F' liegen.

2. Mittagshalazun.

Es ist $\lambda = \frac{v}{2}$, mithin:

$$\sin\delta = \sin\varepsilon \sin\lambda = \sin\varepsilon \sin\frac{v}{2}$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial v} = \frac{\sin\varepsilon\cos\frac{v}{2}}{2\cos\delta}\,;\quad \frac{\partial r}{\partial v} = \frac{\partial r}{\partial\delta}\cdot\frac{\partial\delta}{\partial v} = -\sec^2(\varphi-\delta)\cdot\frac{\partial\delta}{\partial v}.$$

Die Bedingung für senkrechte Tangenten ist daher nach (6)

$$\frac{\partial x}{\partial v} = -\frac{\sin\varepsilon\cos\frac{v}{2}\cos v}{\cos\delta\cos^2(\varphi-\delta)} - \frac{\sin(\varphi-\delta)}{\cos(\varphi-\delta)}\sin v = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

Gleichung (11) ist stets erfüllt für $v = \pi$. Ferner findet man aus (11):

$$\sin^2\varepsilon = \sin 2\delta\,(\mathrm{tang}\,\delta - \sin 2(\varphi-\delta)) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11a)$$

Setzt man in 11a) $\delta = \varepsilon$, so wird $\mathrm{tang}\,\varepsilon = 2\sin 2(\varphi-\varepsilon)$. Für $\varepsilon = 23^\circ.45$ folgt daraus $\varphi = 29^\circ.7$. Für alle Halazun von $\varphi = 0^\circ$ bis $\varphi = 29^\circ.7$ treten für positive δ senkrechte Tangenten auf. Da aber auch für $v = \pi$ eine senkrechte Tangente vorkommt, muß dazwischen eine Wendetangente liegen.

Für wagrechte Tangenten hat man:

$$\frac{\partial r}{\partial v}\sin v = r\cos v,$$

$$\sin\varepsilon\cos^2\frac{v}{2}\sin\frac{v}{2}\sec\delta = \sin(\varphi-\delta)\cos(\varphi-\delta)\cos v.$$

$$\cos^2\frac{v}{2}\,(\sin(\varphi-\delta)\cos(\varphi-\delta) - \mathrm{tang}\,\delta) = \sin^2\frac{v}{2}\sin(\varphi-\delta)\cos(\varphi-\delta),$$

$$\sin^2\delta\,(\sin 2(\varphi-\delta) - \mathrm{tang}\,\delta) = -\frac{1}{2}\sin^2\varepsilon\sin 2(\varphi-\delta),$$

$$\sin(\varepsilon+\delta)\sin(\varepsilon-\delta)\,(\sin 2(\varphi-\delta) - \mathrm{tang}\,\delta) = \sin^2\varepsilon\sin(\varphi-\delta)\cos(\varphi-\delta)\,. \quad \ldots \quad (12)$$

Nun ist:

$$\frac{\partial^2\delta}{\partial v^2} = -\frac{\sin\delta\cos^2\varepsilon}{4\cos^3\delta}$$

$$\frac{\partial^2 r}{\partial v^2} = \frac{2\sin(\varphi-\delta)\sin^2\varepsilon\cos^2\frac{v}{2}}{4\cos^2\delta\cos^3(\varphi-\delta)} + \frac{\sin\delta\cos^2\varepsilon}{4\cos^3\delta\cos^2(\varphi-\delta)}.$$

Setzt man in

$$r^2 - r\frac{\partial^2 r}{\partial v^2} + 2\left(\frac{\partial r}{\partial v}\right)^2 = 0$$

die Werte ein, so ergibt sich als Bedingung für Wendetangenten:

$$4\sin^2(\varphi-\delta)\cos^2\delta + 2(\sin^2\varepsilon - \sin^2\delta) = \mathrm{tang}(\varphi-\delta)\,\mathrm{tang}\,\delta\cos^2\varepsilon \quad \ldots\ldots \quad (13)$$

Setzt man in 13) $\varepsilon = \delta$, so wird $\mathrm{tag}\,\varepsilon = 2\sin(\varphi-\varepsilon)$. Die Wendetangente fällt also mit den senkrechten Tangenten zusammen. Für alle Halazun von $\varphi = 0^\circ$ bis $\varphi = 29^\circ.7$ treten Wendetangenten auf, während sie für Halazun $\varphi > 29^\circ.7$ verschwinden. Hassan hatte also durch Verdoppelung des Polarwinkels das Verschwinden der unbequemen Wendetangenten erreicht. Halazun soll nach der Übersetzung des Orientalisten Herrn Julius Ruska Schnecke heißen, während die französischen Gelehrten Halazun mit hélice (Spirale) wiedergegeben haben. Wie aus der analytischen Behandlung des Halazun und aus Figur 4 hervorgeht, ist die Übersetzung »Schnecke« richtig, während der Ausdruck »Spirale« zu Mißverständnissen über den Charakter der Kurven Anlaß gibt.

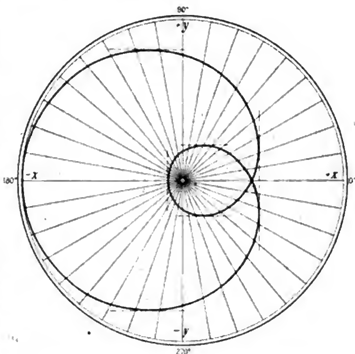


Fig. 4. Mittagshalazun für $\varphi = 30^\circ$.

Daher wird das bestimmte Integral

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2\lambda\, d\lambda = \frac{1}{2}\,\frac{\pi}{2}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^4\lambda\, d\lambda = \frac{3}{4}\cdot\frac{1}{2}\,\frac{\pi}{2}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^6\lambda\, d\lambda = \frac{5}{6}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{2}\,\frac{\pi}{2}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^8\lambda\, d\lambda = \frac{7}{8}\cdot\frac{5}{6}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{2}\,\frac{\pi}{2}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2n}\lambda\, d\lambda = \frac{1.3.5.7.\ldots(2n-1)}{2.4.6.8.\ldots(2n)}\cdot\frac{\pi}{2}$$

und

$$F = \pi\left[\frac{1}{2}\sin^2\varepsilon + \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\sin^4\varepsilon + \ldots\ldots\frac{1.3.5.7.\ldots(2n-1)}{2.4.6.8.\ldots2n}\sin^{2n}\varepsilon\right].$$

Vorher war gefunden:

$$F = \pi\left(\frac{1}{\cos\varepsilon} - 1\right) = \pi\left(\frac{1}{\sqrt{1-\sin^2\varepsilon}} - 1\right).$$

Nach bekannter Reihenentwicklung hat man

$$\frac{1}{\sqrt{1-\sin^2\varepsilon}} = 1 + \frac{1}{2}\sin^2\varepsilon + \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\sin^4\varepsilon + \ldots\ldots\frac{1.3.5.7.\ldots(2n-1)}{2.4.6.8.\ldots2n}\sin^{2n}\varepsilon.$$

Die beiden für F gefundenen Werte sind daher einander gleich.

Herr Schoy wendet ebenfalls auf das Integral die beiden eben gebrauchten Methoden an. Die Reihenentwicklung ist nur bis zur Aufstellung der Rekursionsformel durchgeführt. Nach der Methode der Partialbruchzerlegung findet er:

$$»F = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\lambda}{1-\sin\varepsilon\sin\lambda} - \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1+2\sin\varepsilon\sin\lambda}{4+\sin\varepsilon\sin\lambda}\,d\lambda.$$

Das erste Integral hat den Wert:

$$-2\sec\varepsilon \operatorname{arc\,tang}\left[\sqrt{\frac{1+\sin\varepsilon}{1-\sin\varepsilon}}\operatorname{tang}\left(45+\frac{\lambda}{2}\right)\right];$$

das zweite aber ist ein elliptisches.«

Dabei ist eine Grundregel für die Zerlegung in Partialbrüche übersehen, die besagt, daß die Variable im Zähler auf niedrigere Potenz gebracht werden muß als im Nenner. Das zweite Integral ist, wie oben bewiesen, kein elliptisches. Statt $4+\sin\varepsilon\sin\lambda$ ist $1+\sin\varepsilon\sin\lambda$ und statt $\operatorname{tang}\left(45+\frac{\lambda}{2}\right)$ ist $\operatorname{tang}\left(45-\frac{\lambda}{2}\right)$ zu setzen.

Wählt man für den Mittagshafir am Äquator statt der Sonnenlänge ihre Gerade Aufsteigung α als Polarwinkel, so entstehen zwei kongruente Kreise mit den Radien $\varrho = \frac{1}{2}\operatorname{tang}\varepsilon$. Der Inhalt der ganzen Fläche ist also:

$$F' = 2\pi\operatorname{tang}^2\varepsilon = \frac{2\pi\sin^2\frac{\varepsilon}{2}\cos^2\frac{\varepsilon}{2}}{\cos^2\varepsilon}.$$

Ein Vergleich der Flächen dieses Hafir mit dem vorherbehandelten ergibt:

$$F' : F = \cos^2\frac{\varepsilon}{2} : \cos\varepsilon,$$

also $F' > F$. Da $\lambda > \alpha$, so muß F innerhalb F' liegen.

2. Mittagshalazun.

Es ist $\lambda = \frac{v}{2}$, mithin:

$$\sin\delta = \sin\varepsilon \sin\lambda = \sin\varepsilon \sin\frac{v}{2}$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial v} = \frac{\sin\varepsilon\cos\frac{v}{2}}{2\cos\delta}\,;\quad \frac{\partial r}{\partial v} = \frac{\partial r}{\partial\delta}\cdot\frac{\partial\delta}{\partial v} = -\sec^2(\varphi-\delta)\cdot\frac{\partial\delta}{\partial v}.$$

Die Bedingung für senkrechte Tangenten ist daher nach (6)

$$\frac{\partial x}{\partial v} = -\frac{\sin\varepsilon\cos\frac{v}{2}\cos v}{\cos\delta\cos^2(\varphi-\delta)} - \frac{\sin(\varphi-\delta)}{\cos(\varphi-\delta)}\sin v = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

Gleichung (11) ist stets erfüllt für $v = \pi$. Ferner findet man aus (11):

$$\sin^2\varepsilon = \sin 2\delta\,(\operatorname{tang}\delta - \sin 2(\varphi-\delta)) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11\,a)$$

Setzt man in 11a) $\delta = \varepsilon$, so wird $\operatorname{tang}\varepsilon = 2\sin 2\,(\varphi - \varepsilon)$. Für $\varepsilon = 23^\circ.45$ folgt daraus $\varphi = 29^\circ.7$. Für alle Halazun von $\varphi = 0^\circ$ bis $\varphi = 29^\circ.7$ treten für positive δ senkrechte Tangenten auf. Da aber auch für $v = \pi$ eine senkrechte Tangente vorkommt, muß dazwischen eine Wendetangente liegen.

Für wagrechte Tangenten hat man:

$$\frac{\partial r}{\partial v}\sin v = r\cos v,$$

$$\sin\varepsilon\cos^2\frac{v}{2}\sin\frac{v}{2}\sec\delta = \sin(\varphi-\delta)\cos(\varphi-\delta)\cos v,$$

$$\cos^2\frac{v}{2}\,(\sin(\varphi-\delta)\cos(\varphi-\delta) - \operatorname{tang}\delta) = \sin^2\frac{v}{2}\sin(\varphi-\delta)\cos(\varphi-\delta),$$

$$\sin^2\delta\,(\sin 2\,(\varphi-\delta) - \operatorname{tang}\delta) = -\frac{1}{2}\sin^2\varepsilon\sin 2\,(\varphi-\delta),$$

$$\sin(\varepsilon+\delta)\sin(\varepsilon-\delta)\,(\sin 2\,(\varphi-\delta) - \operatorname{tang}\delta) = \sin^2\varepsilon\sin(\varphi-\delta)\cos(\varphi-\delta)\,. \quad . \quad . \quad (12)$$

Nun ist:

$$\frac{\partial^2\delta}{\partial v^2} = -\frac{\sin\delta\cos^2\varepsilon}{4\cos^3\delta}$$

$$\frac{\partial^2 r}{\partial v^2} = \frac{2\sin(\varphi-\delta)\sin^2\varepsilon\cos^2\frac{v}{2}}{4\cos^2\delta\cos^3(\varphi-\delta)} + \frac{\sin\delta\cos^2\varepsilon}{4\cos^3\delta\cos^2(\varphi-\delta)}.$$

Setzt man in

$$r^2 - r\frac{\partial^2 r}{\partial v^2} + 2\left(\frac{\partial r}{\partial v}\right)^2 = 0$$

die Werte ein, so ergibt sich als Bedingung für Wendetangenten:

$$4\sin^2(\varphi-\delta)\cos^2\delta + 2\,(\sin^2\varepsilon - \sin^2\delta) = \operatorname{tang}(\varphi-\delta)\operatorname{tang}\delta\cos^2\varepsilon \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

Setzt man in 13) $\varepsilon = \delta$, so wird $\operatorname{tag}\varepsilon = 2\sin(\varphi - \varepsilon)$. Die Wendetangente fällt also mit den senkrechten Tangenten zusammen. Für alle Halazun von $\varphi = 0^\circ$ bis $\varphi = 29^\circ.7$ treten Wendetangenten auf, während sie für Halazun $\varphi > 29^\circ.7$ verschwinden. Hassan hatte also durch Verdoppelung des Polarwinkels das Verschwinden der unbequemen Wendetangenten erreicht. Halazun soll nach der Übersetzung des Orientalisten Herrn Julius Ruska Schnecke heißen, während die französischen Gelehrten Halazun mit hélice (Spirale) wiedergegeben haben. Wie aus der analytischen Behandlung des Halazun und aus Figur 4 hervorgeht, ist die Übersetzung »Schnecke« richtig, während der Ausdruck »Spirale« zu Mißverständnissen über den Charakter der Kurven Anlaß gibt.

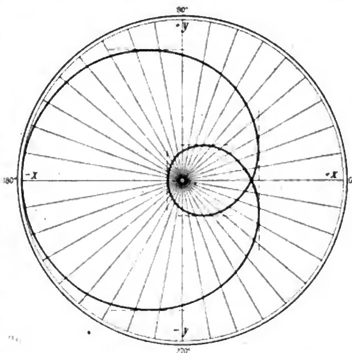


Fig. 4. Mittagshalazun für $\varphi = 30^\circ$.

3. Zeit der größten täglichen Schattenänderung.

Die Schattenlänge r ist Funktion der Sonnendeklination δ, δ wiederum Funktion der Sonnenlänge λ, und λ ist Funktion der Zeit t. Man hat demnach:

$$\frac{\partial r}{\partial t} = \frac{\partial r}{\partial \delta} \cdot \frac{\partial \delta}{\partial \lambda} \cdot \frac{\partial \lambda}{\partial t}$$

$$\frac{\partial^2 r}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 r}{\partial \delta^2} \cdot \left(\frac{\partial \delta}{\partial \lambda}\right)^2 \cdot \left(\frac{\partial \lambda}{\partial t}\right)^2 + \frac{\partial r}{\partial \delta} \cdot \frac{\partial^2 \delta}{\partial \lambda^2} \cdot \left(\frac{\partial \lambda}{\partial t}\right)^2 + \frac{\partial r}{\partial \delta} \cdot \frac{\partial \delta}{\partial \lambda} \cdot \frac{\partial^2 \lambda}{\partial t^2}.$$

Nimmt man an, daß $\frac{d^2 \lambda}{\partial t^2}$ verschwindend klein ist, so ist die Bedingung für die größte tägliche Schattenänderung:

$$\frac{\partial^2 r}{\partial \delta^2} \cdot \left(\frac{\partial \delta}{\partial \lambda}\right)^2 + \frac{\partial r}{\partial \delta} \cdot \frac{\partial^2 \delta}{\partial \lambda^2} = \frac{d^2 r}{d \lambda^2} = 0.$$

Aus (5) erhält man:

$$2 \operatorname{tang} (\varphi - \delta) \sin^2 \varepsilon \cos^2 \lambda \cos \delta + \sin \delta \cos^2 \varepsilon = 0,$$

$$2 \operatorname{tang} (\varphi - \delta) (\sin^2 \delta - \sin^2 \varepsilon) = \operatorname{tang} \delta \cos^2 \varepsilon \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (14)$$

Der chinesische Gnomon befand sich auf 34° 32′ Nord-Breite. Unter der Annahme $\varepsilon = 23°.45$, ergibt die Auflösung von (14) $\delta = -14°.6$, also am 2. November und 10. Februar ändern sich die Mittagsschatten am stärksten. Um zu prüfen, ob die Beobachtung der größten Schattenänderung bessere Ergebnisse zur Bestimmung der Sonnenwende ergibt als die der größten Schatten, sollen die erforderlichen Daten hier zusammengestellt werden. Die Sonnendeklinationen wurden dem Berliner Jahrbuche für 1915 entnommen. Als Gnomonhöheneinheit ist 100 angenommen.

Dez. 11	156.80	.52	Dez. 22	159.93	.00	Okt. 24	103.54	1.27	Nov. 4	117.72	1.30
12	157.32	.47	23	159.93	.05	25	104.81	1.27	5	119.02	1.30
13	157.79	.42	24	159.88	.10	26	106.08	1.28	6	120.32	1.29
14	158.21	.38	25	159.78	.14	27	107.36	1.29	7	121.61	1.30
15	158.59	.34	26	159.64	.20	28	108.65	1.29	8	122.91	1.29
16	158.93	.28	27	159.44	.24	29	109.94	1.29	9	124.20	1.28
17	159.21	.24	28	159.20	.29	30	111.23	1.29	10	125.48	1.28
18	159.45	.20	29	158.91	.34	31	112.52	1.30	11	126.76	1.27
19	159.65	.14	30	158.57	.39	Nov. 1	113.82	1.30	12	128.03	1.27
20	159.79	.10	31	158.18		2	115.12	1.30	13	129.30	
21	159.89	.04				3	116.42	1.30			

Aus der Tabelle geht hervor, daß die Beobachtung der größten Schattenänderung viel ungünstigere Ergebnisse liefert, als die Beobachtung der längsten Schatten. Das war vorauszusehen. Der Chinese wird die erwähnten Beobachtungen sicher zu andern Zwecken als zur Bestimmung der Sonnenwende angestellt haben. Würde man eine Meßkarte anlegen, in der die Schattenlängen als Ordinaten und die Sonnenlängen als Abszissen gewählt wären, so würde dieser Mittagshafir zur Zeit der größten täglichen Schattenänderung einen Wendepunkt haben.

Berichtigung. Auf S. 30 a. a. O. findet Herr Schoy als Bedingung für senkrechte Tangenten an die Asr-Kurve:

$$„\varrho^4 - 3\varrho^3 q + 3\varrho^2 q^2 - 2\varrho q^3 - q^4 = 0 = A \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

Mit $\varrho = q$ findet sich $A = -2q^4$,

mit $\varrho = 2q$ aber folgt $A = +q^4$, mithin liegt eine Wurzel ϱ_1 dieser Gleichung zwischen q und 2q, und zwar näher an 2q. Der Ausdruck (3) wird auch befriedigt für

$$\varrho_2 = -\tfrac{3}{4} q.“$$

Setzt man diese Werte für ϱ ein, so findet man leicht, daß die Gleichung (3) nicht befriedigt wird; denn

mit $\varrho = -q$ findet sich $A = +8q^4$
« $\varrho = 0$ « « $A = -q^4$
« $\varrho = +q$ « « $A = -2q^4$
« $\varrho = +2q$ « « $A = -q^4$
« $\varrho = +3q$ « « $A = 20q^4$.

Die eine Wurzel ist etwa $-\frac{1}{3}q$, die andere etwas größer als $2q$. Auf S. 31 ist die Bedingungsgleichung für die Wendetangente fehlerhaft. Daher haben auch die auf Tafel 1 und 2 gezeichneten Asr-Kurven einen wesentlich anderen Verlauf.

Theoretische Überlegungen über Seespiegelschwankungen in Seen und Meeresbuchten.

Von Dr. A. Defant.

In den Theorien der allgemeinen periodischen Bewegung der Wassermassen in Seen und Meeresbuchten gelangt man in den meisten Fällen zu einer Differentialgleichung, die direkt oder erst nach einigen Transformationen der kanonischen Differentialgleichung in der Form

1. $$\frac{d^2 u}{d t^2} + n^2 u = 0$$

entspricht. Sie gibt in ihrer Auflösung die Eigenschwingungen des Systems ohne Berücksichtigung einer immer vorhandenen Reibung und ohne Berücksichtigung vorhandener Störungskräfte. Da die Wassermasse in einem See bzw. in einer Meeresbucht ohne äußere Veranlassung ihre Gleichgewichtslage nicht verläßt, da also die Schwingungen, welche auftreten, durch periodische oder auch nichtperiodische Verschiebungen der Wassermassen im System erzeugt und hervorgerufen werden, scheint die Benutzung der oben angeführten kanonischen Differentialgleichung nicht völlig gerechtfertigt zu sein. Durch das Hinzutreten des Reibungsgliedes und der die Schwingungen erzwingenden Kraft wird die Differentialgleichung des Problems bedeutend komplizierter; doch lassen sich trotzdem in ihrer allgemeinen Auflösung einige für die Theorie der Seespiegelschwankungen wichtige Folgerungen ableiten. Die allgemeine Differentialgleichung nimmt die Form

2. $$\frac{d^2 u}{d t^2} + 2\varepsilon \frac{du}{dt} + n^2 u = X$$

an, wobei das Glied $2\varepsilon \frac{du}{dt}$ den Einfluß der Reibung enthält und X die gesamten, die Schwingungen des Systems hervorrufende Kräfte enthält, die periodischer, aber auch nichtperiodischer Natur sein können. Die Theorie der Schwingungen in den Seen und Buchten hängt demnach von der Auflösung einer diesbezüglichen Differentialgleichung ab. Wir wollen uns mit derselben etwas näher befassen.

Es ist vielleicht hier am Platze, auf eine Analogie hinzuweisen, die zwischen dem hier behandelten Problem und der Seismometrie besteht, die uns auch späterhin einige Dienste erweisen wird. In einem See bzw. in einer Meeresbucht haben wir eine Wassermasse vor uns, die Eigenschwingungen bestimmter Perioden unterliegt, die aber auch durch Impulse einer äußeren Kraft erzwungene Schwingungen vollführen kann; beide Schwingungsarten werden gewiß vorkommen. Für die Aufzeichnung der Bodenbewegung bedient man sich in der Seismometrie seismischer Pendel. Auch diese besitzen eine bestimmte Eigenperiode, die von ihrer Länge und Masse abhängen, die jedoch durch die rhythmische Bodenbewegung, die dem Aufhängepunkte übertragen wird, also ebenfalls unter Einwirkung einer äußeren Kraft erzwungene Schwingungen ausführen müssen. Das Problem ist, wie wir sehen, dasselbe: Ein System bestimmter Eigen-

periode wird durch äußere Kräfte zu erzwungenen Schwingungen veranlaßt; die Differentialgleichung des Problems ist aber von der Form der Gleichung 2. Die allgemeine Lösung dieser Differentialgleichung hat Fürst B. Galitzin in seinen »Vorlesungen über Seismometrie«[1]) gegeben. Wir wollen nicht näher auf die langwierige Ableitung eingehen und nur das Resultat in seiner allgemeinsten Form anführen. Die die Schwingungen erzwingende Kraft X sei eine bekannte Funktion der Zeit, $X = A\,\Phi(t)$; dann erhält man als allgemeinste Lösung:

3.
$$u = e^{-\varepsilon t}(\Gamma_1 \cos\gamma t + \Gamma_2 \sin\gamma t) + \frac{A e^{-\varepsilon t}}{\gamma}\left[-\cos\gamma t \int e^{\varepsilon t} \sin\gamma t \cdot \Phi(t)\,dt + \sin\gamma t \int e^{\varepsilon t} \cos\gamma t \cdot \Phi(t)\,dt\right].$$

Hierin bedeuten:

$\gamma = +\sqrt{n^2 - \varepsilon^2}$, Γ_1 und Γ_2 sind zwei willkürliche Konstante, die aus den Anfangsbedingungen der Bewegung zu bestimmen sind. Die Lösung der Differentialgleichung ist durch das Auftreten der Integrale etwas kompliziert. Die Bedeutung derselben erkennt man am besten aus dem speziellen Fall einer periodischen Kraft. Wählen wir also $\Phi(t) = \sin(pt + \partial)$, so erhält die Lösung 3 nach längeren Transformationen und Einführung folgender Beziehungen:

$\mu^2 = 1 - \frac{\varepsilon^2}{n^2}$ Dämpfungskonstante,

$T = \frac{2\pi}{n}$ Eigenperiode des Systems ohne Dämpfung,

$T_p = \frac{2\pi}{p}$ Periode der Kraft, $\frac{T_p}{T} = \frac{n}{p} = \omega$ und $f(\omega) = \left(\frac{2\omega}{1 + \omega^2}\right)^2$

die Form

4.
$$u = e^{-\varepsilon t}(\Gamma_1 \cos\gamma t + \Gamma_2 \sin\gamma t) + \frac{A}{p^2 (1 + \omega^2)\sqrt{1 - \mu^2 f(\omega)}} \sin\left\{p(t - \tau) + \partial\right\}.$$

Diese Beziehung gibt die Bewegung des Systems unter Einwirkung der periodischen Kraft von der Periode T_p. Die Gleichung setzt sich aus zwei Teilen zusammen:

Der erste Teil $e^{-\varepsilon t}(\Gamma_1 \cos\gamma t + \Gamma_2 \sin\gamma t)$ gibt die Eigenbewegung des Systems; er stellt eine gedämpfte Sinuslinie mit der Periode $T' = \frac{2\mu}{\gamma}$ dar. Die Periode T′ hängt durch γ von der Dämpfung ε ab und ist von T, der Eigenperiode des Systems, etwas verschieden.

Der zweite Teil ist die durch die Kraft erzwungene Schwingung des Systems; sie ist ebenfalls im vorliegenden Falle eine einfach periodische Bewegung von der Periode T_p, die also identisch mit jener der erregenden Kraft ist; es besteht jedoch gegen die Periode der Kraft eine Phasendifferenz τ.

Die gesamte Bewegung des Systems stellt die Superposition beider Bewegungen verschiedener Periode, Amplitude und Phase dar; sie ist schon einigermaßen kompliziert. In diesem Falle ist die Bestimmung der Eigenperiode des Systems bzw. der erregenden Kraft aus den bekannten Bewegungen des Systems keine so einfache Sache, da die Trennung der zwei Teile auf manche Schwierigkeiten stößt. Das Bild der Bewegung hängt in erster Linie von dem Dämpfungskoeffizienten ε ab. Ist ε groß, so werden die ersten Glieder, die den Faktor $e^{-\varepsilon t}$ enthalten und von der Eigenbewegung des Systems abhängen, mit der Zunahme von t rasch zu Null; sie treten zurück gegen den zweiten Teil der Gleichung, der die erzwungenen Schwingungen des Systems darstellt. Verlaufen die Schwingungen des Systems aperiodisch, dann ist $\varepsilon = n$ und $\mu^2 = 0$ und

$$u = \frac{A}{(1 + \omega^2)\,p^2} \sin\left\{p(t - \tau) + \partial\right\}.$$

Das System gibt nur die unter Einwirkung der Kraft erzwungenen Schwingungen.

---

[1]) Deutsche Bearbeitung, herausgegeben von O. Hecker bei Teubner, Leipzig u. Berlin 1914.

Im Falle, daß das System ganz ungedämpft ist, wäre $\varepsilon = 0$, $\mu^2 = 1$ und $\tau = 0$ und

$$u = \Gamma_1 \cos n t + \Gamma_2 \sin n t + \frac{A}{p^2} \frac{1}{\omega^2 - 1} \sin (p t + \delta).$$

Wählen wir die Anfangsbedingungen, so daß für den Beginn der Zeitzählung $t = 0$ auch $u = 0$ und außerdem $\partial = 0$ wird, so ergibt sich $\Gamma_1 = 0$ und $\Gamma_2 = -\frac{A}{p^2} \frac{\omega}{\omega^2 - 1}$ und

$$u = \frac{A}{p^2} \frac{1}{\omega^2 - 1} (\sin p t - \omega \sin n t).$$

Die Gleichung gibt eine doppelte Sinusbewegung mit den Phasen T_p und T. Auch in diesem Falle sind die Bewegungen des Systems noch einigermaßen einfach; in Wirklichkeit sind aber die Bewegungen immer etwas gedämpft und die Gleichung 4 gibt dann in ihrer komplizierten Form die Bewegungen wieder.

In der früheren Analogie mit den Seismometern zeigt sich das Ergebnis dieser theoretischen Untersuchungen darin, daß man bestrebt ist, die Dämpfung der Apparate nach Möglichkeit zu vergrößern, sie nahe an die Grenze der Aperiodizität zu bringen, um die vom seismischen Pendel aufgezeichneten Bewegungen des Bodens in möglichst unverzerrter und getreuer Form zu erhalten. Bei den Seismometern fixieren wir die Dämpfung ganz nach Belieben; bei den Schwingungen der Wassermassen in Seen und Meeresbuchten tritt uns natürlich die Dämpfung als etwas fix Gegebenes, aber als unbekannte Größe entgegen, deren willkürliche Fixierung nicht in unserer Macht liegt. Die Aufzeichnungen der direkten Wasserbewegung enthalten somit die Eigenschwingungen in gedämpfter Form und daneben auch die Einwirkungen der Kraft, welche die Schwingungen hervorruft. Die Folge davon ist, daß häufig die Aufzeichnungen der Schwingungen ein äußerst verworrenes Bild geben. Namentlich sind die ersten Wellen meistens verzerrt und es ist unmöglich aus ihnen die Eigenschwingungen richtig zu erkennen. Bei Ermittlung der Periode der Eigenschwingungen ist in diesem Falle Vorsicht geboten, um so eher als die meistgeübte Methode der Periodenermittlung durch Abmessung der Entfernung von Maximum zu Maximum bzw. von Minimum zu Minimum in diesem Falle ganz versagt. Die Wirkungen der Kraft X äußern sich in den Limnogrammen als unregelmäßige Störungen des Seespiegels und man hat diesen, wohl wegen ihres mehr unperiodischen Charakters, den Namen Vibrationen gegeben. Sie treten häufig auf; ist ihre Periode T_p sehr klein gegenüber T der Eigenperiode des Systems, so superponieren sie sich der Eigenbewegung und der Verlauf der Schwingungskurve wird durch sie weiter nicht wesentlich gestört. Nähert sich aber T_p dem T, so wird das Kurvenbild verworrener und die Ermittlung von T, worauf meistens ausgegangen wird, ist schwer.

Die allgemeine Gleichung 4 lehrt uns, daß das Schwingungsbild eines Systems von mehreren Größen abhängt, deren Ermittlung notwendigerweise zur Lösung des vorliegenden Schwingungsproblems gehört:

1. Von T der Schwingungsdauer der Eigenschwingungen; ihre Bestimmung ist nur dann möglich, wenn die Wirkungen einer vorhandenen Störungskraft aufgehört haben, wenn also die Bewegungen des Systems in gedämpften Schwingungen allmählich absterben. Die gesuchte Schwingungsdauer T ist dann verschieden von der aus den Aufzeichnungen erhaltenen T', in der noch der Einfluß des Dämpfungskoeffizienten ε steckt. Statt des Dämpfungskoeffizienten ε entnimmt man den Aufzeichnungen das sogenannte logarithmische Dekrement. Beobachtet man für die m-Schwingung die Amplitude A_m, für die n-Schwingung A_n, so ergibt sich das logarithmische Dekrement zu $\lambda = \frac{\log A_m - \log A_n}{n - m}$. Auf die Größenordnung von λ kommen wir später noch zurück. Die Beziehungen zwischen T und T', ε und λ sind folgende:

$$T' = \frac{2\pi}{\sqrt{n^2 - \varepsilon^2}} = T\sqrt{1 + 0.5372\,\lambda^2} \text{ und } \varepsilon = 4.6052\,\frac{1}{T} \frac{\lambda}{\sqrt{1 + 0.5372\,\lambda^2}}.$$

2. Von der Reibung bzw. Dämpfung des Systems, also vom Verhältnis $\varepsilon : n = h$. Die Seichesbewegungen in Seen und Meeresbuchten sind gegenüber der Seetiefe lange Wellen; in bezug auf die Wellenbewegung stellt der See bloß eine ganz dünne Wasserschicht dar. Die Bewegung des Wassers in den Schwingungen, die gleichsam als ein Rollen hin und her als Ganzes in dem Seebecken aufgefaßt werden kann, erlischt nicht so sehr durch innere Reibung als durch die Reibung des Wassers am Boden. Hierauf hat zuerst Emden[1]) aufmerksam gemacht. Er sagt: »Die verschiedenen Formeln, die die Schwingungsdauer einer Seiche bestimmen, können den Erfahrungen befriedigend angepaßt werden; sie sind abgeleitet unter der Voraussetzung langer Wellen (Tiefe des Sees klein gegen dessen Länge, die für die Grundschwingung gleich der halben Wellenlänge ist). In den Seiches bewegt sich die Wassermasse als Ganzes; Differentialgeschwindigkeiten im Wasser treten kaum auf. Die Geschwindigkeit des Erlöschens ist nicht mehr geregelt durch die innere Reibung des Wassers, sondern ist lediglich bedingt durch die Beschaffenheit des Seebeckens. Die Geschwindigkeit, mit welcher eine Seiche erlischt, muß für verschieden gestaltete Seebecken verschieden ausfallen, wobei lokale Unregelmäßigkeiten des Seebodens, wie Klippen, Bänke u. a., von größtem Einfluß sein können. Dieses individuelle Verhalten eines Seebeckens kann in Gestalt eines sogenannten logarithmischen Dekrementes numerisch zum Ausdruck gebracht werden«. Das Schwingungssystem ist vollständig ungedämpft, wenn $h = 0$ ist; die Schwingungen erfolgen aperiodisch, wenn $h = 1$ wird.

Über die Dämpfung der schwingenden Bewegung der Wassermassen in Seen wissen wir sehr wenig. In der Seichesliteratur wird fast nie davon gesprochen. Emden erwähnt, daß sich aus den Seicheskurven des Starnberger Sees das logarithmische Dekrement zu ungefähr 0.03 ergibt. Für den Gardasee läßt sich aus den Limnographenaufzeichnungen des Jahres 1903 in Riva[2]) die Größe λ bestimmen; aus 10 Bestimmungen erhielt ich im allgemeinen Mittel $\lambda = 0.023$; die Werte schwanken zwischen 0.0348 und 0.0083. Zwei Werte von der Größenordnung 0.055 wurden ausgeschaltet; im Schwingungsbilde dieser Fälle traten außer der Grundschwingung auch Oberschwingungen auf, die eine Ermittlung von λ unsicher machen; vielleicht ist λ bei Vorhandensein mehrerer Schwingungsformen größer!

Außerdem fand ich in der Abhandlung von A. Endrös »Die Vibrationen der Seen«[3]) Bemerkungen über das Abklingen von Schwingungen, die in einem kleineren Fischweiher (80 m lang, 45 m breit, h bei Mittelwasser 0.5 m) nach einer bestimmten Methode erzeugt wurden; man findet $\lambda = 0.0677$ bei der Grundschwingung. Das ist alles, was ich an Ermittlungen von λ finden konnte.

Die allgemeine Größenordnung scheint bei 0.05 zu liegen; zum Vergleich führe ich die Bestimmung des logarithmischen Dekrements aus den Schwingungen von Wichert-Pendeln in vollkommen ungedämpftem Zustande (also bloß Reibung!) an.

Horizontalpendel.

Bei der N—S-Komponente ergab sich $\lambda = 0.155$ } Eichungen vom
» » W—O- » » » $\lambda = 0.073$ } 22. Januar 1915.

Vertikalpendel.

$\lambda = 0.052$ Eichung vom 12. Juli 1915.

Dies weist auf die äußerst geringe Dämpfung der Schwingungsbewegung der Wassermassen in Seen hin, die durch Reibung am Boden hervorgerufen wird. Das logarithmische Dekrement λ, das von dem Flächeninhalte der Wandungen des Seebeckens und von deren Oberflächenbeschaffenheit abhängt, ist eine charakteristische Konstante eines Sees, die der Ermittlung wert ist.

3. Die Schwingungsbewegung u hängt noch von der Größe A ab. In dieser spiegelt sich die Empfindlichkeit des Sees bzw. der Meeresbucht gegenüber Kraft-

[1]) R. Emden, Der Energiegehalt der »Seiches«. Jahrbuch der St. Gallischen Naturwiss. Gesellschaft. 1905.

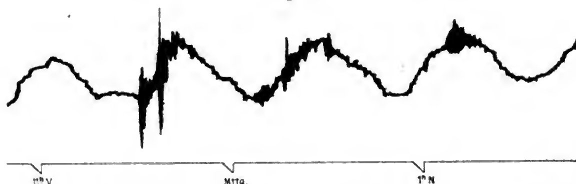
[2]) A. Defant, Über die stehenden Seespiegelschwankungen (Seiches) in Riva am Gardasee. Sitzungsbericht der Wiener Akademie 117. Mai 1908. Abt. IIa.

[3]) Programm des Königl. hum. Gymnasiums Freising 1910/11.

einwirkungen; auch diese Größe dürfte mit den Dimensionen des Sees und mit seiner Bodenfiguration in Zusammenhang stehen.

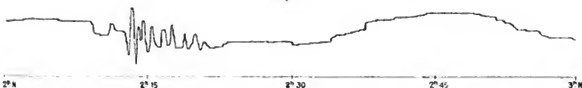
Über die Störungskräfte X, denen wir die Auslösung von Schwingungsbewegungen in Seen und Buchten zusprechen müssen, wissen wir wenig. Inwieweit kurzperiodische Schwankungen des Luftdrucks und des Windes, die wir durch den Variographen und durch das Druckanemometer messend verfolgen können, von Einfluß sind, weiß man nicht genau; einige Beziehungen zu den Seiches sind an schottischen Seen konstatiert worden. Kurze örtliche Störungen im Gleichgewichte der Wassermassen überlagern sich den Eigenschwingungen, ohne sie viel zu stören. Dazu gehören auch jene Wellen, die durch Dampfer, die an der Limnographenstation nahe vorbeifahren, erzeugt werden. Beispiele dafür liefern folgende Figuren 1 und 2. Figur 1 gibt einen Teil einer Limnographenaufzeichnung in Riva am Gardasee vom 12. April 1903, zwischen 11h V und 1h N. Die Grundschwingung von rund 43 Minuten Dauer war gut entwickelt. Die Störungen vor Mittag, dann zwischen 12h M und 1h N und etwas nach 1h N rühren von Dampferwellen her. Sie bringen keine merkliche Störung im Verlaufe der Grundschwingung. Die Störung durch Dampferwellen löst sich in eine Anzahl regelmäßiger Wellen auf, wenn die Geschwindigkeit der Registrierung größer ist. In Figur 1 entsprach einer Stunde 60 mm, in Figur 2, in der ebenfalls Dampferwellen vom 1. September 1903 zwischen 2 und 3h N wiedergegeben sind, entsprach einer Stunde 120 mm. Die Auflösung der Störung in abklingenden Wellen ist deutlich ausgeprägt. Man erkennt hierin auch die durch die Wirkung des Bugs des Schiffes erzeugten Seitenwellen als Haupterscheinung, denen die Querwellen mit geringerer Amplitude überlagert sind. Solcher Beispiele enthalten die Registrierungen von Riva eine große Menge.

Fig. 1.



Limnogramm von Riva am Gardasee mit Dampferwellen (im Original 1 Stunde = 60 mm), 12. April 1903.

Fig. 2.

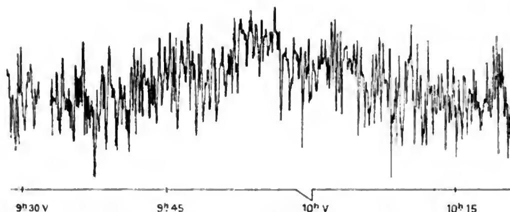


Dampferwellen in Riva am Gardasee (im Original 1 Stunde = 180 mm), 1. September 1903.

Die etwas zu freie Aufstellung des Limnographen gestattete auch die Registrierung von Windwellen, die in Riva am Nachmittag, bei Eintritt des Seewindes, Ora genannt, mit großer Intensität auftreten und zeitweise die Aufzeichnungen, namentlich bei der kürzeren Registriergeschwindigkeit, ganz unbrauchbar machten. Bei der größeren Registriergeschwindigkeit ergab sich die Auflösung der sonst verworrenen Bilder. Fig. 3 zeigt eine solche vom 11. September 1903 zwischen 9h 30min V und 10h 30min V. An vielen Fällen konnte konstatiert werden, daß auch bei den größten Orawellen die Grundschwingungen in ihrer Hauptsache erhalten blieben; meistens trat aber mit Orabeginn auch eine Ver-

größerung der Amplitude der Seiches auf. Die Amplituden erreichen am späten Nachmittage die größten Werte und nehmen gegen Abend und in der Nacht immer mehr an Größe ab, bis sie fast jeden Tag gegen 3 bis 4h früh erlöschen. Dies weist darauf hin, daß der fast täglich kräftig wehende Seewind durch Wasserstauung gegen die eine Seite des Sees eine Gleichgewichtsstörung bringt, die in Form von Seespiegelschwankungen sich schließlich beim Nachlassen des Windes täglich in den Nachmittags- und Nachtstunden ausgleicht. Niveauänderungen im Wasserstande sind bei Ora meistens vorhanden.

Fig. 3.



Limnogramm von Riva am Gardasee. Windwellen (im Original 1 Stunde = 180 mm). 11. September 1903.

Daß natürlich auch andere Ursachen als die Berg- und Talwinde bzw. die Land- und Seewinde Seespiegelschwankungen hervorrufen, ist selbstverständlich; es hat auch wenig Sinn, nach direkten Ursachen für die fast stets vorhandenen Seespiegelschwankungen zu suchen, nachdem Emden gezeigt hat, eine wie verschwindend kleine Energiemenge gegenüber der in anderen Naturprozessen in Umsatz kommenden Energiemengen notwendig ist, um eine Seichesbewegung hervorzurufen.

Die Lösung 4 der allgemeinen Differentialgleichung weist darauf hin, daß die Seichesbewegung in Seen und Meeresbuchten mit den Vibrationen in innigem Zusammenhange stehen und daß es nicht notwendig ist, eine eigene »Theorie der Vibrationen« aufzustellen; sie ist identisch mit jener der regelmäßigen Seespiegelschwankungen, wenn man nur letztere in ihrer allgemeinsten Form betrachtet. Für jeden See und für jede Meeresbucht gibt es einige charakteristische Konstante, deren Ermittlung aus den Beobachtungen möglich ist.

Die Häfen der britischen Kolonie Neufundland.

(Amtlich)

3. Häfen am südlichen Teile der Ostküste Neufundlands.

Bonavista-Bucht.

Quellen: Englisches Shb. »Newfoundland and Labrador Pilot«, fourth Edition 1907 mit Nachtrag 1913; Amerikanisches Shb. »Newfoundland and the Labrador Coast«, third Edition 1907. D. Adm-Krt. Nr. 379, Nordatlantischer Ozean, Dampferwege; Nr. 444, Newfoundland, Nördlicher Teil; Nr. 445, Newfoundland, Südlicher Teil; Brit. Adm-Krt. Nr. 293, Gander Bay to Cape Bonavista; Nr. 295 Barrow Harbour, Broomclose, and Sailors Harbour; Amerik.-Krt. Nr. 580, Approaches to Pools Harbor and Greenspond.

Bonavista-Bucht heißt die große Bucht zwischen Kap Freels und Kap Bonavista. Die geographische Lage von Kap Freels ist nach der Karte 49° 16.4′ N-Br. und 53° 28.2′ W-Lg., die von Kap Bonavista 48° 42′ N-Br. und 53° 5′ W-Lg. Die Mißweisung für das Jahr 1916 beträgt ungefähr 31° W, ihre jährliche Abnahme etwa 5′.

Allgemeines. Die Bonavista-Bucht wird durch eine Inselgruppe, die sich vom Festlande aus nordöstlich erstreckt und in den Gooseberry-Inseln ihren Abschluß findet, in zwei Hauptteile, einen nordwestlichen und einen südöstlichen, getrennt. Der nordwestliche Teil wird dann wieder von Inseln und einem Teile des Festlandes in zwei Arme geteilt, die sich beide 28 Sm weit südwestlich erstrecken und in der Freshwater-Bucht und der Bloody-Bucht enden. Der südöstliche Teil der Bonavista-Bucht, zwischen den Gooseberry-Inseln und Kap Bonavista, hat nur einen Hauptarm, den Clode-Sund, der sich in südwestlicher Richtung 45 Sm weit erstreckt. Neben diesem Sunde sind jedoch noch zahlreiche andere kleine Sunde, Buchten und verwickelte Durchfahrten innerhalb der Gooseberry-Inseln vorhanden.

Die Einfahrt zum nordwestlichen Teil der Bonavista-Bucht ist zwischen der Shoe Cove-Huk und den Gooseberry-Inseln 6 Sm breit; weiterhin wird dieser Teil in Locker Reach und Cottel Reach (Locker-Rak und Cottel-Rak) getrennt.

Das Locker-Rak beginnt zwischen den Fair-Inseln und den Brandies-Klippen und ist hier $1^3/_4$ Sm breit. Es erstreckt sich, an der Nordseite der Inseln Deer und Locker Flat entlang führend, 11 Sm weit in südwestlicher Richtung. Von hier aus führt es unter dem Namen Content-Rak noch 5 Sm weiter nach Südwesten bis nach der Einfahrt zur Freshwater-Bucht. Die Brandies-Klippen und die Klippen vor den Deer-Inseln sind die einzigen Untiefen in diesen Durchfahrten.

Das Pitt Sound-Rak liegt zwischen den Inseln Deer, Locker Flat und Pitt Sound und verbindet das Cottel Rak mit dem Content-Rak.

Ansteuerung. Kap Freels am Nordende der Bonavista-Bucht ist niedrig und felsig und besteht aus den drei Huken Nord-Bill, Mittel-Bill und Süd-Bill. Cape Ridge, ein 56 m (183′) hoher Hügel, liegt etwa 1 Sm landeinwärts. Von Süd-Bill aus erstreckt sich die Küste der Bonavista-Bucht 14 Sm weit in südsüdwestlicher Richtung nach der Shoe Cove-Huk. Der ganze Flächenraum vor dieser Küste, der durch eine Linie begrenzt wird, die von Mittel-Bill rw. 110° (mw. $SO^1/_2S$) 8.5 Sm verläuft, sich dann 5 Sm weit nach rw. 183° (mw. SWzS) wendet und von hier aus nach der Shoe Cove-Huk führt, ist mit Untiefen und niedrigen Felseninselchen ausgefüllt, die eine Annäherung, namentlich bei Nebel, gefährlich machen. Immerhin wird diese Gegend bei mäßiger See von ortskundigen Fischern mit Sicherheit befahren, da die meisten Untiefen dann zu sehen sind. Bei schwerer Dünung jedoch, wo die See schon auf 13 m bis 18 m (7 bis 10 Fad.) Wasser brandet und die einzelnen Untiefen schwer auseinanderzuhalten sind, kann man sich nur mit genauer Ortskenntnis und großer Erfahrung in diese Gewässer wagen.

Die Außenhuken von Kap Freels und Kap Bonavista sind niedrig und können bei klarem Wetter höchstens aus 14 Sm Entfernung gesehen werden. Von den Klippen vor den Gooseberry-Inseln (siehe S. 43 u. 44) muß man wenigstens 3 Sm entfernt bleiben. Ratsam ist es auch, die Küste an der Nordwestseite der Bonavista-Bucht etwa bei Greens Pond-Eiland und der Shoe Cove-Huk zu machen, wo sie verhältnismäßig rein ist, oder bei Nacht das Leuchtfeuer auf Puffin-Eiland anzulaufen.

Eis. Um Kap Freels friert es zwischen dem 1. Januar und 1. Februar, und man findet dort noch Eis im Mai und manchmal sogar noch im Juni.

In der Bonavista-Bucht frieren die Häfen zwischen dem 20. Januar und dem 20. März zu und können vom 20. Januar bis zum 15. Mai durch etwa 0.3 m dickes Eis geschlossen sein. Feldeis erscheint um den 15. Februar herum und verschwindet wieder gegen Ende Mai. Küstenfahrer suchen die Häfen das ganze Jahr hindurch auf, fremde Schiffe kommen aber nur zwischem dem 1. Mai und dem 20. Dezember hin.

Pinchers-Bucht

liegt etwa 3 Sm südwestlich von Süd-Bill auf Kap Freels und bietet im Sommer für kleine Schiffe sicheren Ankerplatz auf 4.6 m ($2^1/_2$ Fad.) Wasser.

Landmarken. Gull-Eiland liegt $1^1/_4$ Sm östlich von Süd-Bill auf Kap Freels und hat tiefes Wasser rundumzu. Die Flowers-Inseln, etwa 7 Sm südlich von

Gull-Eiland, sind zwei Inseln, dicht nordwestlich von denen noch einige kleine Inselchen liegen. Die südwestliche Flowers-Insel ist 31 m (113′) hoch und größer und höher als die nordöstliche. Pouch-Eiland, 1.4 Sm nördlich von den Flowers-Inseln, ist in nordnordöstlicher Richtung etwa $^1/_2$ Sm lang und 24 m (80′) hoch, Inselchen und Riffe liegen rundum Pouch-Eiland und das 3.7 m (12′) hohe Hincks-Eiland liegt $^3/_4$ Sm nordnordöstlich davon. Pincher-Eiland, etwa $1^3/_4$ Sm nördlich von Pouch-Eiland, ist in nordöstlicher Richtung etwa 8 Kblg lang und 4 Kblg breit, eine viereckige Kirche auf seiner höchsten Stelle ist auffällig. Bundells Gaze ist ein auffallender Granitblock auf dem Festlande. (Siehe auch Ansicht A auf der Brit. Adm-Krt. Nr. 293.)

An- und Einsteuerung. Von Südosten kommend laufe man die Kirche auf Pincher Eiland in Sicht und halte sie in der ungefähren Richtung rw. 321° (mw. $N^3/_4W$) gut nordöstlich frei von Hincks-Eiland. Ist man an der östlichen trockenfallenden und gewöhnlich sichtbaren Klippe des East Riffes, das $^3/_4$ Sm östlich von Pouch-Eiland liegt, vorüber, so bringe man die Klippe in der Richtung rw. 180° (mw. $SSW^3/_4W$) mit dem Ostende der Flowers-Inseln achteraus in Linie und halte sie so lange in Linie, bis Bundells Gaze in der Richtung rw. 311° (mw. $NzW^5/_8W$) in Linie ist mit den Pound-Klippen, den äußeren Klippen nördlich von Pincher-Eiland. Auf dieser Richtlinie steuere man so lange weiter, bis die Kirche auf Pincher-Eiland rw. 239° (mw. W) peilt. Dann drehe man nordostwärts, um von den Pound-Klippen frei zu kommen, und steuere durch das 4 Kblg breite Fahrwasser zwischen den Pound-Klippen und den Untiefen nordöstlich davon. Man ankere in der Bucht innerhalb der Pound-Klippen.

Eis. Die Buchten zwischen Pincher-Eiland und Pools-Arm, 7 Sm südwestlich davon, frieren zwischen dem 1. Januar und dem 1. Februar zu. Sie werden eisfrei, sobald das Eis die Küste verläßt.

Greens Pond-Hafen

heißt die schmale Rinne zwischen der Südseite von Greens Pond-Eiland und den davor liegenden Klippen. Der Hafen wird von Seehundsfängern aufgesucht, kann aber nur unter ortskundiger Führung angelaufen werden. Die Einfahrt ist zwischen den Klippen Cookroom und Puffin.

Inseln und Untiefen. Die Swain-Inseln liegen etwa 4 Sm westsüdwestlich von Pincher-Eiland. Eine auffällige weiße viereckige Kirche mit dunklem Dach steht in dem Fischerdorfe auf der südlichen Insel. Verschiedentlich legen Segelschiffe im Sommer in der Swains-Durchfahrt auf, die am Festlande entlang führt. Sie wird von Süden her angelaufen, Anweisungen können aber nicht gegeben werden.

Catamaran-Riff heißt die östlichste Untiefe vor den Swains-Inseln. Es liegt rw. 76° (mw. $OSO^1/_2O$) $3^1/_2$ Kblg von der 12 m (40′) hohen Swains Shag-Klippe.

Die Butterfly-Inselchen, eine Klippenreihe von etwa 9 m (30′) Höhe, liegen rw. 233° (mw. $W^1/_2S$) 1.1 Sm vom höchsten Punkte der Flowers-Inseln. Unreiner Grund erstreckt sich von ihnen aus $1^1/_2$ Kblg weit in nördlicher Richtung.

Black-Riff, eine kleine, etwa 3.0 m (10′) hohe Klippe, liegt 4 Kblg nördlich, die East Twin-Klippe mit 4.0 m (13′) Wasser darüber liegt 6 Kblg westlich, die West Twin-Klippe mit 3.7 m (12′) Wasser darüber liegt 1 Sm westlich, und die Half-Klippe mit 2.7 m (9′) Wasser darüber liegt rw. 243° (mw. $W^3/_8N$) 1.6 Sm von den Butterfly-Inselchen.

Die Three-Klippen und Jacobs-Grund liegen $1^1/_4$ Sm südsüdöstlich von den Flowers-Inseln. Sie sind auf einem in westlicher Richtung 1 Sm langen und 7 Kblg breiten Flächenraum verteilt. Zwischen ihnen liegen verschiedene Stellen mit 2.1 bis 9.1 m (7′ bis 5 Fad.) Wasser darüber und tiefem Wasser dazwischen.

Man bleibt südöstlich von diesen Untiefen, wenn man die Shoe Cove-Huk in der Richtung rw. 242° (mw. $W^1/_4N$) mit der Nordseite von Copper-Eiland in Linie hält, man läuft nordwestlich von den Untiefen entlang, wenn man die Shoe Cove-Huk in der Richtung rw. 234° (mw. $W^1/_2S$) in Linie hält mit der Südseite von Newell-Eiland, das nordwestlich von Copper-Eiland liegt; man fährt nordöstlich von den Untiefen entlang, wenn man den Gipfel von Pouch-Eiland in der Richtung rw. 326° (mw. $N^1/_4W$) mit der Nordostseite der Flowers-Inseln in Linie hält, und man

bleibt westlich von den Untiefen, wenn man die Mitte von Pouch-Eiland in der Richtung rw. 354° (mw. NNO$^1/_4$O) westlich freihält von den Flowers-Inseln.

Stinking- oder Cabot-Inseln, den Fischern nur als Stinking-Inseln bekannt, heißen die beiden niedrigen Felseninselchen, die $5^1/_2$ Sm südsüdöstlich von Gull-Eiland liegen. Sie sind 5.8 m und 6.7 m (19′ und 22′) hoch und in südöstlicher Richtung etwa 2 Kblg voneinander entfernt.

Die Bleak- und die Stevensons-Inselchen sind Klippen von 2.4 m (8′) und 4.3 m (14′) Höhe und liegen zwischen den Cabot- und Flowers-Inseln; eine Klippe mit 1.8 m (6′) Wasser darüber liegt etwa in der Mitte zwischen den Bleak- und den Cabot-Inseln, und die gewöhnlich an Brandung kenntliche Margery-Klippe liegt nördlich von den Stevensons-Inselchen, weniger als 1.8 m (6′) unter Wasser.

Die Stinking-Bänke sind Untiefen mit 13 m bis 16 m (7 bis 9 Fad.) Wasser darüber und erstrecken sich bei $^3/_4$ Sm Breite $1^1/_2$ Sm weit in westsüdwestlicher Richtung. Von der äußersten 13 m (Fad.)-Stelle peilt der Leuchtturm auf den Cabot-Inseln rw. 245° (mw. W$^1/_2$N), 3 Sm. Die Wassertiefe zwischen den Bänken und den Cabot-Inseln ist 22 m bis 29 m (12 bis 16 Fad.).

Die Middle-Klippe liegt rw. 354° (mw. NNO$^1/_4$O) 2 Sm vom Leuchtturm auf den Cabot-Inseln. Sie ist bei Niedrigwasser in der Wasserlinie und gewöhnlich an Brandung kenntlich. Eine Klippe mit 7.3 m (4 Fad.) Wasser darüber liegt rw. 28° (mw. NOzO$^1/_4$O) 3 Kblg von der Middle-Klippe.

Die Charge-Klippe, eine gewöhnlich an Brandung kenntliche Untiefe mit 1.2 m (4′) Wasser darüber, liegt rw. 112° (mw. SO$^3/_4$S) $2^1/_2$ Sm, die Norris-Klippe mit 9.1 m (5 Fad.) Wasser darüber liegt in derselben Richtung $1^1/_4$ Sm, und die Gull-Klippe mit 2.7 m (9′) Wasser darüber liegt rw. 303° (mw. NNW$^3/_4$W) $^1/_2$ Sm von Gull-Eiland.

Greens Pond-Eiland, ein 52 m (171′) hohes Eiland mit nahezu plattem Gipfel, ist 0.9 Sm breit und in nordwestlicher Richtung $1^1/_4$ Sm lang. Inseln mit nicht schiffbaren Durchfahrten dazwischen erstrecken sich von ihm aus $1^1/_4$ Sm weit südöstlich. Die südöstlichsten davon heißen Copper, Pigeon und Horse; sie sind miteinander beinahe verbunden. Copper-Eiland, das südwestlichste, ist 35 m (115′) hoch, die Black-Klippen und Black-Riff liegen 2 Kblg südöstlich davon. Diese Klippen sowohl wie auch das Riff fallen an der Seeseite unter Wasser steil ab, und die Wassertiefe nimmt seewärts schnell auf 183 m (100 Fad.) zu. Die Horse-Klippe mit weniger als 1.8 m (6′) Wasser darüber liegt rw. 48° (mw. OzN) $1^1/_2$ Kblg von Horse-Eiland, und die Herring-Klippe mit 3.7 m (12′) Wasser darüber liegt rw. 239° (mw. W) $1^1/_2$ Kblg von Copper-Eiland.

Die Cookroom-Klippe mit 3.7 m (12′) Wasser darüber liegt rw. 93° (mw. SOzO) 2 Kblg vom Südostende Greens Pond-Eilands.

Puffin und Newell heißen die beiden Inseln nordwestlich von Copper-Eiland. Puffin ist platt und 17 m (55′) hoch, Newell ist 12 m (38′) hoch. Die Puffin-Klippe mit 3.7 m (12′) Wasser darüber liegt rw. 48° (mw. OzN) 1 Kblg, das Puffin-Riff mit 9.1 m (5 Fad.) Wasser darüber liegt rw. 53° (mw. O$^1/_2$N) 4 Kblg von Puffin-Eiland. Eine schmale, felsige Durchfahrt trennt Puffin von Newell.

Die Sealskin-Klippe mit 4.6 m (15′) Wasser darüber liegt rw. 14° (mw. NO), eine andere Klippe mit ebenfalls 4.6 m (15′) Wasser darüber liegt rw. 31° (mw. NOzO$^1/_2$O) $5^1/_2$ Kblg vom Puffin-Leuchtturm.

Maiden-Eiland ist ein kleines Eiland westsüdwestlich von Newell-Eiland.

Die Midsummer-Klippe mit 0.6 m (2′) Wasser darüber und 20 m (11 Fad.) dicht dabei liegt rw. 228° (mw. WzS) etwas mehr als $^1/_2$ Sm vom Südwestende Copper-Eilands. Man bleibt westlich von der Klippe, wenn man das Westende von Greens Pond-Eiland in der Richtung rw. 340° (mw. NzO) westlich freihält von Maiden-Eiland.

Ansteuerung. Ist man, von Südosten kommend, nach Greens Pond-Hafen bestimmt, so fahre man etwa 4 Sm östlich von der Shark-Klippe (48° 57′ N-Br. und 53° 27.8′ W-Lg.) entlang und halte dann auf die Shoe Cove-Huk zu, die 2.6 Sm südwestlich vom Leuchtturm auf Puffin-Eiland liegt. Wenn auch diese flache und niedrige Huk mit den unmittelbar dahinter zu 65 m (214′) Höhe ansteigenden Hügeln nicht die auffallendste Landmarke an dieser Küste ist, so hat man dafür bei nebligem

Wetter Aussicht, daß der Nebel sich hebt, wenn man sich der Huk nähert. Bei anhaltend dichtem Nebel hüte man sich vor der Midsummer-Klippe (siehe oben).

Einlaufen können nur Ortskundige.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere" 1914, Heft V, Tit. VI.

Signalstelle. Der Leuchtturm auf den Cabot-Inseln ist mit den internationalen Signalen ausgerüstet.

Eis. Greens Pond-Hafen fängt um den 18. Januar herum an zuzufrieren. Er ist dann vielleicht noch bis zum 8. Februar zugänglich. Nach dieser Zeit ist er gewöhnlich bis zum 9. März mit etwa 0.6 m dickem Eis bedeckt. Feldeis kommt etwa am 11. März und verschwindet wieder ungefähr am 11. Mai. Das erste Schiff kommt gewöhnlich um den 28. April herum, das letzte verläßt den Hafen etwa am 7. Januar.

Ankerplatz. Der Ankerplatz südlich von Greens Pond-Eiland ist mittelmäßig. Beim Ankern ist Vorsicht geboten, da der Grund meist felsig ist und nur einige Stellen mit Sand aufweist. Man ankere mit langer Kette. Bei gutem Wetter kann man zwischen den Inseln Maiden und Greens Pond auf 13 m bis 18 m (7 bis 10 Fad.) Wasser ankern. Beim Ansteuern dieses Ankerplatzes fahre man westlich von der Midsummer-Klippe entlang.

Ein vom Blandford-Hafen kommender **Dampfer** läuft Greens Pond-Hafen im Sommer und Herbst wöchentlich einmal an.

Die **Stadt** Greens Pond an den Ufern des Hafens hat eine Kirche und mehrere Kaufhäuser.

Kohlen kann man bekommen, gewöhnlich etwa 20 Tonnen.

Wasser ist im Sommer oft nicht zu haben.

Pools-Hafen

liegt nördlich von Greens Pond-Eiland. Seine Einfahrt ist zwischen den Inseln Partridge, Grassy und Odd im Südwesten und den Pools-Inseln im Nordosten.

Inseln und Untiefen. South Pound-Eiland, 14 m (47′) hoch, liegt nicht ganz 1 Sm nordnordöstlich von Greens Pond-Eiland. Eine Klippe mit 3.7 m (2 Fad.) Wasser darüber ist beinahe 1 Kblg von seinem Westende entfernt.

North Pound-Eiland, 9.1 m (30′) hoch, liegt $^1/_2$ Sm nordöstlich von South Pound-Eiland. Ein Riff, auf dem die See gewöhnlich brandet, erstreckt sich von ihm aus 2 Kblg weit südwestlich, und eine Klippe mit 9.1 m (5 Fad.) Wasser darüber liegt rw. 51° (mw. $O^3/_4N$) beinahe 4 Kblg von dem Eiland entfernt.

North-Klippen heißen zwei felsige Stellen mit 3.7 m und 5.5 m (2 und 3 Fad.) geringster Wassertiefe, die rw. 50° (mw. $O^3/_4N$) 0.9 Sm und $1^1/_4$ Sm von der Nordosthuk Newell-Eilands liegen.

Liver-Riff mit 13 m (7 Fad.) Wasser darüber liegt rw. 59° (mw. O) fast 2 Sm vom Leuchtturm auf Puffin-Eiland. Hält man den Gipfel von Big Pools-Eiland in der Richtung rw. 305° (mw. $NNW^1/_8W$) mit der Nordostseite von South Pools-Eiland in Linie, so bleibt man 3 Kblg nordöstlich von den North-Klippen und $2^3/_4$ Kblg südwestlich vom Liver-Riff.

Big Pools-Eiland, beinahe 1 Sm nordwestlich von South Pond-Eiland, ist ein 35 m (114′) hohes Eiland mit rundem Gipfel. Es ist etwas höher als das naheliegende Land, zwei Flaggenstangen stehen auf ihm.

Main Pools-Eiland liegt etwa 1 Kblg nordwestlich von Big Pools-Eiland. Auf Main Pools-Eiland ist eine weiße Kirche mit einem Turm aus einiger Entfernung zu sehen, wenn sie nicht durch den Hügel auf Big Pools-Eiland verdeckt wird.

Die Midway-Klippe mit weniger als 1.8 m (6′) Wasser darüber ist recht im Fahrwasser nach Pools-Hafen. Sie liegt rw. 236° (mw. $W^1/_4S$) 4 Kblg von der Westhuk des South Pound-Eilandes, zwischen diesem und den Untiefen vor Greens Pond-Eiland.

Eine Klippe mit 3.7 m (12′) Wasser darüber liegt rw. 42° (mw. $ONO^1/_2O$) 2 Kblg von Grassy-Eiland, und eine andere liegt $^1/_2$ Kblg nördlich von Odd-Eiland bei Niedrigwasser in der Wasserlinie. Im übrigen ist der Hafen, außer dicht unter Land, rein von blinden Klippen.

Die Benburry-Klippe mit 2.7 m (9′) Wasser darüber liegt rw. 217° (mw. WSW) 59 m vom Inselchen Benburry, im Fahrwasser nach Pools-Hafen.

An- und Einsteuerung. Weder das Fahrwasser zwischen den Pound-Inseln, noch das nordöstlich noch das südwestlich von diesen Inseln sind durch Landmarken bezeichnet. Am besten fährt man südöstlich oder nordwestlich von South Pound-Eiland entlang, da die dortigen Untiefen bei mäßiger See gewöhnlich zu sehen sind. Nach dem Passieren von South Pound-Eiland halte man auf Big Pools-Eiland zu, bringe dabei aber die Kirche auf Main Pools-Eiland nicht eher westlich frei von Big Pools-Eiland, als bis das größte Inselchen westlich von Grassy-Eiland in der ungefähren Peilung rw. 225° (mw. WSW$^3/_4$W) westlich frei ist von Grassy-Eiland.

Eis. Pools-Hafen friert Anfang Januar zu und bricht gegen Ende April wieder auf.

Tiden. Die Hafenzeit für Pools-Hafen ist $7^h\ 0^{min}$, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.2 m (4′), die Nipphochwasserhöhe 0.9 m (3′).

Ankerplatz. Nordnordwestlich von Odd-Eiland findet man Ankerplatz auf 13 m bis 18 m (7 bis 10 Fad.) Wasser über Schlick, von wo aus die Westseite von Grassy-Eiland in der Richtung rw. 150° (mw. S$^1/_8$W) die Ostseite von Odd-Eiland eben berührt und die Kirche auf Main Pools-Eiland rw. 59° (mw. O) peilt. Leichte Dünung rollt bei östlichen Stürmen nach diesem Ankerplatz, ist aber den Schiffen nicht gefährlich.

Ankerplatz auf 9.1 m (5 Fad.) in schlichtem Wasser findet man $^1/_2$ Sm weiter den Hafen hinauf. Kleine Schiffe vermuren in der Durchfahrt nordwestlich von Main Pools-Eiland oder in der kleinen Puddingbag-Bucht. Seehundsfänger liegen mit Vorliebe in der Durchfahrt zwischen den Inseln Main Pools und Big Pools auf.

Ein von Blandford auslaufender **Dampfer** kommt im Sommer und Herbst wöchentlich einmal nach Pools-Hafen.

Love Cove,

eine kleine Bucht des Festlandes, liegt etwa 1 Sm westnordwestlich von Greens Pond-Eiland und bietet guten Ankerplatz.

An- und Einsteuerung. Beim Anlaufen halte man, wenn man westlich von Greens Pond-Eiland steht, Horse-Eiland in der Richtung rw. 110° (mw. SO$^1/_2$S) eben südlich frei von Greens Pond-Eiland, bis die Kirche auf Main Pools-Eiland in der Richtung rw. 5° (mw. NO$^3/_4$N) gut westlich frei ist vom Partridge-Eiland. Man meidet so das Riff, das sich vom Greens Pond-Eiland beinahe $1^1/_2$ Kblg weit vorschiebt. Ist man an Ford-Eiland, an der Westseite der hier nur 2 Kblg breiten Durchfahrt vorüber, so findet man guten Ankerplatz auf 20 m (11 Fad.) Wasser $^1/_2$ Sm weit nach Norden.

Will man in die Love-Bucht hinein, so halte man die Nordwestseite von South Pound-Eiland in der Richtung rw. 69° (mw. O$^7/_8$S) mit der Südosthuk des Partridge-Eilands in Linie und laufe auf dem dieser Richtlinie entgegengesetzten Kurse zwischen zwei blinden Klippen durch, die $^1/_2$ Kblg voneinander entfernt liegen. In der Bucht ist guter Ankerplatz auf 9.1 m bis 13 m (5 bis 7 Fad.) Wasser.

Anweisung für die Fahrt längs der Küste.

Der gebräuchliche Weg führt östlich von den Stinking-Bänken (S. 37) und der Charge-Klippe (S. 37) entlang.

Benutzt man auf der Fahrt nach Norden die 1 Sm breite Durchfahrt zwischen den Stevensons- und Bleak-Inseln, so bleibe man östlich von Jacobs-Grund und in angemessenem Abstand von der Untiefe, die sich von den Bleak-Inseln beinahe 2 Kblg weit nach Südwesten erstreckt. Dann steuere man rw. 14° (mw. NO) zwischen der Middle-Klippe (S. 37) und der Cobblers Fishing-Klippe durch. Kommt dabei der westliche Gipfel der Butterfly-Inselchen in der Richtung rw. 218° (mw. WSW$^1/_8$W) in Linie mit dem Nordwestrande der Flowers-Inseln, so halte man diese Inseln so lange achteraus in Linie, bis Middle Bill von Kap Freels in der ungefähren Richtung rw. 318° (mw. NzW) nordöstlich frei ist von den Lapstone-Klippen, die etwa 1 Sm südlich von Gull-Eiland liegen. Dann setze man den Kurs auf Gull-Eiland, bleibe

südwestlich von der Charge- und der Norris-Klippe und weiterhin nicht weniger als 1 Kblg nordöstlich von Gull-Eiland.

Wählt man den Weg innerhalb der Flowers-Inseln, so steuere man von einem Punkte $^1/_4$ Sm südöstlich von Big Pools-Eiland rw. 51° (mw. O$^3/_4$N) und bringe South Pound-Eiland in der Richtung rw. 215° (mw. SWzW$^7/_8$W) westlich frei von North Pound-Eiland. Man halte dann diese beiden Eilande, um die Half-Klippe und die Twins zu meiden, so lange achteraus in Linie, bis Black-Riff in der Richtung rw. 90° (mw. SOzO$^1/_4$O) mit dem Südende der Flowers-Inseln in Linie ist. Dann setze man den Kurs $^1/_2$ Sm nordwestlich frei von den Flowers-Inseln und bringe nach dem Passieren dieser Inseln Black-Riff in der Richtung rw. 234° (mw. W$^1/_2$S) eben nordwestlich frei von den Inselchen vor den Flowers-Inseln und laufe auf dem dieser Richtlinie entgegengesetzten Kurse zwischen den Stevensons-Inselchen und der Margery-Klippe durch. Steht man nördlich von den Stevensons-Inselchen, so steuere man mit dem ungefähren Kurse rw. 31° (mw. NOzO$^1/_2$O) zwischen der Middle- und der Cobblers Fishing-Klippe durch und verfahre dann wie oben beschrieben ist.

Die beiden angeführten Wege sind die einzigen, die ohne Ortskenntnis befahren werden können. Fischer fahren jedoch ohne Bedenken mit ihren 200 bis 300 R-T. großen, für den Seehundsfang gebauten Schiffen durch die näher unter Land liegenden Durchfahrten, da ihre Schiffe bei mäßigem Wetter einen Stoß gegen eine Klippe vertragen können.

New-Hafen

liegt 1$^1/_2$ Sm westlich von der Shoe Cove-Huk, ist in nördlicher Richtung 6 Kblg lang, in der Einfahrt $^1/_2$ Kblg und weiter drinnen 1 Kblg breit. Ein auffallend steiler Hügel von 61 m (200′) Höhe liegt an der Westseite des Hafens, zwei kleine Inselchen sind dicht vor seiner östlichen Einfahrtshuk.

Einige kleine Klippen liegen dicht vor der Westseite des Hafens; im übrigen ist der Hafen jedoch rein und bietet guten Ankerplatz auf 7.3 m bis 9.1 m (4 bis 5 Fad.) Wasser über Schlick.

Indian-Bucht

heißt die Förde, die sich zwischen dem Festlande westlich vom New-Hafen und den Inseln Silver Fox, Brown Fox und dem Festlande westlich davon 8 Sm weit in westlicher Richtung erstreckt, sich dann teilt und im Northwest-Arm 1$^1/_2$ Sm weit nach Nordwesten, im Southwest-Arm 1 Sm weit nach Westsüdwesten wendet. Ihre Haupteinfahrt führt nördlich von Cutmans-Eiland entlang, zwischen diesem Eiland und Camel-Eiland durch und ist $^1/_4$ Sm breit. Die Durchfahrt zwischen der Ship-Inselgruppe und der Südseite der Bucht ist 3 Kblg breit, in der Mitte ist sie 8.2 m (4$^1/_2$ Fad.), nahe der Küste 11 m (6 Fad.) und nahe bei der südlichen Insel der Gruppe 13 m (7 Fad.) tief.

Landmarken. Silver Fox-Eiland ist 83 m (271′) hoch, Brown Fox-Eiland liegt westlich davon. Cutmans-Eiland ist 23 m (77′) hoch, etwa $^1/_4$ Sm breit und in westlicher Richtung $^1/_2$ Sm lang. Eine $^1/_2$ Sm breite felsige Durchfahrt trennt es vom Brown Fox-Eiland und eine 3 Kblg breite Durchfahrt von dem Festlande südwestlich davon. Cat-Eiland, an der Nordseite der Indian-Bucht, erreicht an seinem Ostende in einem spitzen Hügel 65 m (214′) Höhe. Unmittelbar östlich von Cat-Eiland liegt eine kleine 1.8 m (6′) hohe Insel, eben östlich von dieser eine Klippe, und zwischen dieser und Cat-Eiland liegen noch andere Klippen. Ship-Eiland, 1 Sm westlich vom Camel-Eiland, ist das größte Eiland der Gruppe, die sich von der Nordseite der Indian-Bucht $^1/_2$ Sm weit vorschiebt.

Ankerplätze. Die kleine Cat-Bucht nordöstlich von Cat-Eiland wird mit Vorliebe von Seehundsfängern aufgesucht, die durch widrige Winde aufgehalten werden. Beim Einlaufen lasse man das Inselchen und die Klippe östlich von Cat-Eiland an B-B., da die Durchfahrt zwischen ihnen und Cat-Eiland nicht sicher ist. Man ankert auf 13 m bis 24 m (7 bis 13 Fad.) Wasser.

North-Arm, nordöstlich von Ship-Eiland, bietet guten Ankerplatz auf 7.3 m bis 24 m (4 bis 13 Fad.) Wasser über Schlick.

Fair-Inseln-Ankerplatz.

Fair-Inseln heißen die vielen einzelnen kuppelförmigen Felseninseln südlich von Brown Fox-Eiland. Die östlichen Fair-Inseln sind niedrig, die westlichen steigen bis zu 91 m (300′) Höhe an. Kleine Schiffe finden mäßig guten Ankerplatz an der Nordwestseite der östlichen Insel, wo sie vor den Häusern auf der Insel auf 11 m (6 Fad.) Wasser ankern. Die $^1/_2$ Kblg breite südliche Einfahrt ist die beste. Beim Einlaufen halte man sich an der Westseite der Einfahrt, um die Klippe zu meiden, die vor der östlichen Einfahrtshuk bei Springniedrigwasser in der Wasserlinie liegt.

Eis. Fair-Inseln-Ankerplatz friert um den 11. Januar herum zu und taut gegen den 13. April wieder auf.

Ein **Dampfer** kommt von Blandford-Hafen im Sommer und Herbst wöchentlich einmal nach dem Ankerplatz der Fair-Inseln. Die

Trinity-Bucht

ist eine Förde und liegt westlich von den Fair-Inseln. Von ihrer Osteinfahrt zwischen den Inseln Pork und Lewis erstreckt sie sich 7 Sm weit in westlicher Richtung. Ihre Südeinfahrt bildet Trinity Gut, eine $^1/_2$ Sm lange und 2 Kblg breite Durchfahrt mit einigen Klippen an ihrer Westseite, aber reinem Fahrwasser mit 13 m bis 22 m (7 bis 12 Fad.) Wasser in der Mitte.

Inseln und Untiefen. Pork-Eiland ist das westlichste Eiland der Fair-Inseln. Lewis-Eiland liegt etwa 1 Sm westsüdwestlich davon. Auf der Südseite von Lewis-Eiland steigt ein auffallend steiler Hügel zu 139 m (456′) Höhe an und trägt auf seinem Gipfel mehrere auffallende Felsblöcke. Fryingpan-Eiland, ein kuppelförmiges 45 m (149′) hohes Eiland, liegt unmittelbar unter diesem Hügel und ist von Lewis-Eiland durch eine reine, 1 Kblg breite Durchfahrt getrennt. Southwest-Eiland, an der Osteinfahrt der Trinity-Bucht, liegt 3 Kblg südlich von Pork-Eiland. Es ist 16 m (52′) hoch und fällt an seiner Südseite unter Wasser steil ab. Klippen und Untiefen erstrecken sich jedoch je 2 Kblg weit von seinem Nordost- und seinem Westende. Saint-Eiland, mitten zwischen den Inseln Pork und Lewis, liegt rw. 262° (mw. WNW) 8 Kblg von Southwest-Eiland und ist 36 m (119′) hoch. Eine Klippe liegt dicht vor seinem Ostende, und unreiner Grund schiebt sich $1^1/_2$ Kblg weit von seinem Westende vor. Eine Klippe mit weniger als 1.8 m (6′) Wasser darüber liegt rw. 331° ($N^1/_8O$) $^1/_2$ Sm von dem Ostende Saint-Eilands. Die Südhuk der östlichen Fair-Insel in der Richtung rw. 79° (mw. $OSO^1/_4O$) südlich freigehalten von der östlichen Südhuk von Pork-Eiland führt südlich von dieser Klippe entlang. Drake-Eiland liegt etwa 4 Kblg westlich von Lewis-Eiland.

Eis. Das von Norden kommende Eis erscheint um den 5. März und verweilt bis etwa zum 25. April. Die Trinity-Bucht ist gewöhnlich im Februar und März mit dort gebildetem Eis bedeckt. Der Nordwestarm friert gewöhnlich Ende Januar oder Anfang Februar zu und taut gegen Mitte März wieder auf. Der Südwestarm ist regelmäßig von Mitte Januar bis Mitte Mai zugefroren.

Drake Cove

heißt die kleine Bucht südwestlich von Drake-Eiland. Sie bietet guten Ankerplatz auf 13 m bis 18 m (7 bis 10 Fad.) Wasser. Ihre Nordwestseite ist rauh und Klippen schieben sich von ihrer nördlichen Einfahrtshuk beinahe halbwegs nach Drake-Eiland hinüber.

Chalky-Bucht,

$2^1/_4$ Sm südwestlich von Trinity Gut, ist klein, bietet aber kleinen, durch widrige Winde aufgehaltenen Schiffen bequemen Ankerplatz auf 7.3 bis 18 m (4 bis 6 Fad.) Wasser über felsigem Grund. Eine Klippe mit 0.3 m (1′) Wasser darüber liegt $2^1/_4$ Kblg östlich von der westlichen Einfahrtshuk. Die

Locker-Bucht

ist eine Förde und erstreckt sich von der Chalky-Bucht aus etwa $4^3/_4$ Sm weit in westlicher Richtung. Ihre äußere Hälfte ist durchschnittlich $^1/_2$ Sm breit und 37 m bis 55 m (20 bis 30 Fad.) tief. Die Locker-Klippe liegt in der

Mitte der Einfahrt, bei Niedrigwasser in der Wasserlinie. Fryingpan-Eiland in der Richtung rw. 59° (mw. O) vollkommen frei von Kap Chalky führt südöstlich, und Fryingpan-Eiland in der Richtung rw. 63° (mw. $O^3/_8S$) vollkommen verdeckt durch Kap Chalky führt nordwestlich von der Klippe entlang.

Man ankert oberhalb Kap Birchy auf 11 m bis 22 m (6 bis 12 Fad.) Wasser über Schlick. Die

Hare-Bucht

liegt an der Nordwestseite vom Content-Rak. Das 60 m (198′) hohe Hare-Eiland liegt in der Einfahrt. Die Durchfahrten an beiden Seiten des Eilands sind rein, die Ufer der Hare-Bucht sind aber niedrig und felsig; man darf nicht näher als auf 2 Kblg an sie heranlaufen. Guten Ankerplatz auf 7.3 m bis 33 m (4 bis 18 Fad.) Wasser über Schlick findet man, wo Hare-Eiland rw. 93° (mw. SOzO) peilt. Die

Freshwater-Bucht

ist eine Förde; sie liegt südwestlich von der Hare-Bucht und ist an der Einfahrt $^1/_2$ Sm breit. Im innersten Ende mündet der Fluß Gambo mit 1.8 m (6′) Wasser auf der Barre und 3.7 m (2 Fad.) innerhalb davon. Eine Dampfsägemühle steht am rechten Ufer des Gambo und eine Wassermühle steht am linken Ufer eines Flusses, der 3 Sm oberhalb der Dampfsägemühle in den Gambo mündet. Beide Mühlen sind durch eine Straßenbahn verbunden.

Landmarken. Die Hen-Inseln liegen beinahe in der Mitte der Einfahrt zur Freshwater-Bucht. Benmans-Eiland liegt $1^1/_2$ Sm westlich von den Hen-Inseln, $1^1/_2$ Kblg von der Südseite der Bucht. Doctors-Eiland, $1^3/_4$ Sm westsüdwestlich von Benmans-Eiland und 4 Kblg von der Südseite der Bucht, ist klein und 7.6 m (25′) hoch. Traverse-Eiland, an der Südkante einer felsigen Bank, die sich von der Nordseite der Bucht vorschiebt, ist ebenfalls klein und 4.6 m (15′) hoch. Air-Eiland, $2^1/_2$ Sm westsüdwestlich von Traverse-Eiland und nahebei mitten in der Freshwater-Bucht, ist 23 m (75′) hoch.

Einsteuerung. Das Fahrwasser nördlich von den Hen-Inseln ist seicht und wird nur von kleinen Schiffen benutzt, das südlich von den Inseln ist im allgemeinen rein, nur eine kleine 7.3 m (4 Fad.)-Stelle erstreckt sich von der östlichen Hen-Insel 1 Kblg weit in südlicher Richtung. Nach dem Passieren der Hen-Inseln halte man sie so lange etwas nördlicher als rw. 98° (mw. $SO^1/_2O$), bis Doctors-Eiland in der Richtung rw. 236° ($W^1/_4S$) nördlich frei ist von Benmans-Eiland, um die Bank zu meiden, die von der Nordseite der Bucht ausläuft.

Die Küste zwischen der Einfahrt und Benmans-Eiland ist felsig und unrein; man bleibt im Osten von Benmans-Eiland nördlich von den Untiefen, wenn man die Mitte von Traverse-Eiland in der Richtung rw. 273° (mw. NWzW) mit dem Nordende von Benmans-Eiland in Linie hält, muß dann aber die Mussel-Bank meiden, die $^3/_4$ Kblg nördlich von Benmans-Eiland, bei Hochwasser 0.9 m (3′) unter Wasser liegt.

Die Küste zwischen Benmans-Eiland und Doctors-Eiland ist felsig; man darf hier nicht innerhalb der Linie kommen, die die beiden Eilande miteinander verbindet.

Eine Untiefe schiebt sich von Traverse-Eiland $^1/_2$ Sm weit in östlicher Richtung vor, jedoch nur 1 Kblg weit in das Fahrwasser hinein. Ist man noch $^1/_2$ Sm von dem Eiland, so halte man die Dale-Huk, das Land westlich von Traverse-Eiland, in der Richtung rw. 270° (mw. $NWzW^1/_4W$) eben südlich frei von Traverse-Eiland, bleibe 3 Kblg von diesem und halte dann die Nordseite der Einfahrt zur Freshwater-Bucht in der Richtung rw. 80° (mw. $OSO^1/_8O$) durch Benmans-Eiland verdeckt. Man bleibt dabei bis zur Dale-Huk hinauf südlich von der Untiefe.

Weiterhin führt das Hauptfahrwasser südlich von Air-Eiland entlang. Die Südseite des Eilands fällt unter Wasser steil ab, vor seiner Nord- und seiner Ostseite erstrecken sich jedoch Untiefen 3 Kblg weit. Nördlich von Air-Eiland ist 5.5 m (3 Fad.) Wasser, die Ufer sind aber felsig, so daß dort nur Ortskundige fahren sollten.

Tiden. Die Hafenzeit für die Freshwater-Bucht ist $7^h\ 30^{min}$, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.2 m (4′), die Nipphochwasserhöhe 0.9 m (3′).

Der Ebbstrom hat in der Einfahrt fast 1 Sm stündliche Geschwindigkeit, der Flutstrom ist aber schwach.

Eine Eisenbahnstation ist in Gambo, $^3/_4$ Sm von der Mündung des Flusses, sie liegt 192.5 Sm von St. Johns entfernt. Eine 73 m lange stählerne Eisenbahnbrücke, die auf Pfeilern aus Mauerwerk ruht, führt über den Gambo-Fluß.

Butchers Cove,

eine kleine Bucht an der Nordseite, unmittelbar innerhalb der Einfahrt der Freshwater-Bucht, erstreckt sich bei 3 Kblg Breite 1 Sm weit in nordnordöstlicher Richtung. Die Wassertiefe beträgt mitten in Butchers-Bucht 7.3 m bis 24 m (4 bis 13 Fad.), der Grund ist Schlick. Beim Anlaufen meide man die Bank vor der Nordseite der Freshwater-Bucht (vergl. oben, Passieren der Hen-Inseln).

Cat-Bucht

ist eine Förde und liegt südöstlich von der Freshwater-Bucht. Man erreicht sie vom Content-Rak aus durch Cat Gut. Cat Gut ist am innersten Ende nur $^1/_2$ Kblg breit und 6.4 m ($3^1/_2$ Fad.) tief. Von hier aus wendet sich die Cat-Bucht nach Nordosten um Ballast-Kliff herum. Eine Klippe mit 0.9 m (3′) Wasser darüber liegt rw. 110° (mw. $SO^1/_2S$) 4 Kblg von der Ballast-Kliff-Huk.

Tidenströme. An der engen Stelle der Einfahrt läuft der Ebbstrom mit $1^1/_2$ Sm, der Flutstrom mit fast 1 Sm stündlicher Geschwindigkeit.

Mole Cove,

eine kleine Bucht an der westlichen Hälfte der Nordküste von Cottel-Eiland, bietet guten Ankerplatz.

Inseln und Untiefen. Offer Gooseberry-Eiland, $6^1/_2$ Sm südlich von Copper-Eiland, ist 36 m (118′) hoch und hat scheinbar drei Gipfel. Es ist das äußerste und auffälligste Eiland der Insel- und Klippengruppe nordöstlich von der Bloody-Bucht und vom Bloody-Rak. Die 4.6 m hohen North Brown-Inselchen liegen $^3/_4$ Sm östlich, die 1.2 m (4′) hohen South Brown-Klippen liegen 1 Sm ostsüdöstlich von Offer Gooseberry. Die Offer-Klippe, eine gewöhnlich sichtbare Klippe in der Wasserlinie, liegt rw. 79° (mw. $OSO^1/_4O$) etwa $1^3/_4$ Sm und die Shark-Klippe, auf der es schon bei mäßiger See brandet, liegt rw. 76° (mw. $OSO^1/_2O$) $2^1/_2$ Sm vom Südostende Offer Gooseberrys. Middle-Klippen heißen die beiden Klippen, die rw. 148° (mw. $S^1/_8O$) etwa $1^3/_4$ Sm von Offer Gooseberry liegen. Die südwestliche davon ist in der Wasserlinie, die nordöstliche liegt 2.7 m (9′) unter Wasser.

Die bisher angeführten Klippen liegen alle seewärts von Offer Gooseberry und können nur gemieden werden, wenn man mehr als 3 Sm östlich von Offer Gooseberry bleibt.

Westlich von Offer Gooseberry, rw. 280° (mw. $NW^3/_8W$) $1^1/_4$ Sm von seinem Nordende, soll eine Klippe 5.8 m (19′) unter Wasser liegen, und rw. 164° (mw. $SzW^3/_8W$) $4^1/_2$ Sm von Offer Gooseberry ragt die Malone-Klippe 0.6 m (2′) aus dem Wasser. Diese Klippe ist das Nordende eines Riffes, das in südlicher Richtung 1 Sm lang ist und auf seiner südlichen Hälfte 3.7 m bis 5.5 m (2 bis 3 Fad.) Wasser hat.

Die Inner Gooseberry-Inseln liegen 4 Sm südwestlich von Offer Gooseberry. Sie sind platt und 36 m (120′) hoch. Zwischen ihnen und Offer-Gooseberry befinden sich zahlreiche Klippen und Untiefen, zwischen denen nur Ortskundige fahren können. Ein Fischerdorf ist auf den Inseln, aber kein guter Hafen für Ortsunkundige.

Die Deer-Inseln, nordwestlich von den Inner Gooseberry-Inseln, sind platt und ungefähr 30 m (100′) hoch und zum größten Teil mit verkrüppeltem Buschwerk bestanden. Ihre südöstlichen und südwestlichen Küsten sind steil und rein, nordöstlich davon sind aber zahlreiche Klippen. Die Angel-Huk ist

das Nordostende der Inseln; ein auffälliger weißer Felsblock, Popple-Stein genannt, liegt $^1/_4$ Sm nordwestlich davon.

Die Brandies-Klippen liegen rw. 56° (mw. $O^1/_4N$) $2^1/_4$ Sm von Burnt-Eiland, dem nächsten Eiland der Deer-Inseln. Mäßige See brandet auf ihnen.

Hält man in der Nähe der Brandies die Südhuk der Locker-Bucht in der Peilung rw. 245° (mw. $W^1/_2N$) nördlich frei vom Deer-Ende, dem westlichen Ausläufer der Deer-Inseln, so bleibt man nördlich von den Klippen, und hält man den höchsten Punkt von Brown Fox-Eiland in der ungefähren Richtung rw. 312° (mw. $NzW^1/_2W$) gut östlich frei von der östlichen Fair-Insel, so fährt man nordöstlich von den Klippen entlang.

Die Burnt-Eiland-Klippe liegt rw. 65° (mw. $O^1/_2S$) $^3/_4$ Sm von Burnt-Eiland und brandet gewöhnlich. Auch auf der Brag-Klippe, die rw. 42° (mw. $ONO^1/_2O$) $^3/_4$ Sm vom Popple-Stein liegt, steht gewöhnlich Brandung. Eine 3.7 m (12′)-Stelle liegt $^1/_4$ Sm nordöstlich von der Brag-Klippe.

Die kleinen Shag-Inseln liegen 1 Sm südwestlich von der Angel-Huk und fallen an ihren Südostseiten unter Wasser steil ab. Deer Shag, die südwestlichste Shag-Insel, ist 11 m (35′) hoch.

An- und Einsteuerung. Von Nordosten kommend halte man die Hare Cut-Huk am Nordende von Mole Cove in der Richtung rw. 225° (mw. $WSW^3/_4W$) gut nördlich frei von dem auffällig spitzen Felsblock an der Nordwesthuk der größten Inner Gooseberry-Insel. Man bleibt so nordwestlich von den Untiefen zwischen den Inseln Offer und Inner Gooseberry und südöstlich von der Klippe mit 5.8 m (19′) Wasser darüber, die rw. 280° (mw. $NW^3/_8W$) $1^1/_4$ Sm vom Nordende Offer Gooseberrys liegt. Von den Inner Gooseberry-Inseln bleibe man in angemessenem Abstande und halte Offer Gooseberry in der ungefähren Richtung rw. 59° (mw. O) so lange nordwestlich frei von Inner Gooseberry, bis Hunch-Eiland, östlich vom Ostende Cottel-Eilands, in der Richtung rw. 127° (mw. SSO) zwischen dem Nordostende von Cottel-Eiland und dem dicht davor liegenden Eiland mit drei Gipfeln erscheint. Dann halte man, in mäßigem Abstand von der Hare Cut-Huk und dem davor liegenden Eiland bleibend, in die Mole-Bucht hinein und ankere auf 9.1 m bis 16 m (5 bis 9 Fad.) Wasser über felsigem Grunde.

Tiden. Die Hafenzeit für die Mole-Bucht ist $7^h\,37^{min}$, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.1 m ($3^1/_2$′), die Nipphochwasserhöhe 0.4 m ($1^1/_2$′).

Der **Dampfer** von Port Blanford kommt im Sommer und Herbst wöchentlich einmal nach den Inner Gooseberry-Inseln.

Dog Cove,

eine kleine Bucht des Festlandes südwestlich von den Lakeman-Inseln, hat guten Ankerplatz für kleine Schiffe.

Inseln und Untiefen. Pitt Sound-Eiland, 2 Sm südlich von den Deer-Inseln und von Cottel-Eiland durch das Cottel-Rak getrennt, ist 4 Sm lang und etwa 1 Sm breit. Seine bewaldeten Hügel steigen von der Küste steil zu 144 m (474′) Höhe an. Die 1.5 m (5′) hohe Man of War-Klippe liegt $1^1/_2$ Sm westsüdwestlich von der Nordosthuk des Pitt Sound-Eilands, $1^1/_2$ Kblg vor dessen Nordküste. Auf Pitt Sound-Eiland, $^1/_2$ Sm östlich von der Klippe, sind die Pitt Sound-Tore, so genannt nach weißen Quarzstellen auf dunklem Fels, die wie sehr große Tore aussehen.

Locker Flat-Eiland, südwestlich von den Deer-Inseln, ist 3 Sm lang, ungefähr $^1/_2$ Sm breit und 12 m (40′) hoch. Seine Küsten bestehen aus abschüssigen Klippen; man muß wenigstens $^1/_4$ Sm davon bleiben.

Content-Eiland, 6.7 m (22′) hoch, liegt vor der Great Content-Bucht. Es fällt an seiner Ostseite unter Wasser steil ab, ist aber mit der Osthuk der Isis-Bucht durch ein Riff verbunden.

Die Lakeman-Inseln liegen südwestlich von Pitt Sound-Eiland und sind von diesem durch das Lakeman-Rak getrennt. Eine Klippe mit 1.8 m (6′) Wasser darüber liegt rw. 204° (mw. $SW^7/_8W$) 7 Kblg vom westlichen Ausläufer Pitt Sound-Eilands, beinahe mitten zwischen Pitt Sound-Eiland und den Lakeman-Inseln.

An- und Einsteuerung. Ortsunkundige sollten die Dog-Bucht nur von Nordwesten her ansteuern. Beim Einlaufen halte man sich dicht unter der Nordseite der Bucht, um das Riff zu meiden, das sich von den Inseln an der Südseite der Bucht mehr als halbwegs in die Bucht hineinschiebt.

Beaches Cove,

eine kleine reine Bucht südwestlich von Lakeman-Eiland, bietet Ankerplatz auf 5.5 m (3 Fad.) Wasser innerhalb der Woody-Inselchen, die an der Südseite der Einfahrt liegen. Die Durchfahrten an beiden Seiten der Inselchen sind rein.

(Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

1. **Tetinke.** Mit der Gründung der Bergwerks-Aktien-Gesellschaft Tetinke hat die etwa 235 Seemeilen nördlich von Wladiwostock gelegene Bucht Tetinke (44° 20′ 26″ N-Br., 135° 50′ 52″ O-Lg.) oder russisch Tjuticha für die Seeschifffahrt eine große Bedeutung gewonnen.

Gegenwärtig sind an der Bucht nur einige Häuser und eine Sägemühle, deren Schornstein von weitem sichtbar ist, vorhanden. Zollstation, Post sowie Telegraph sind am Platze.

Der Schiffsverkehr existiert erst seit dem Jahre 1913 und wurde durch den deutschen Dampfer »Andree Rickmers« am 25. September 1913 eröffnet. Im Jahre 1913 wurden 1963 Tons aus Europa im Werte von 29 880 Rubel eingeführt und 6200 Tons im Werte von 813 288 Rubel nach Europa ausgeführt. Tjuticha wurde von 5 Dampfern unter europäischen Flaggen aufgesucht. Der Verkehr der Küstendampfer war: 194 Schiffe mit 9466 Tons Ladung eingehend und 193 Schiffe mit 9966 Tons Ladung ausgehend. Eingeführt wurden Maschinen und Nahrungsmittel, ausgeführt Erz.

Das Laden in der Bucht, die nach Osten und Süden offen ist, ist nur bei Windstille bei NW- oder NO-Winden möglich. Setzen westliche oder südliche Winde ein, so ist durch entstehenden Seegang das Arbeiten unmöglich und oft sind die Schiffe gezwungen, nach See zu gehen, um das ungünstige Wetter dort abzuwarten.

Das Erz wird in Leichtern, die 26 bis 28 Tons tragen, längsseits gebracht. Das Trimmen der Ladung ist hier mit großen Schwierigkeiten verbunden, da Mangel an Arbeitern herrscht.

Wetter. Nach den bisher gemachten meteorologischen Beobachtungen herrschen folgende Winde während der Monate:

Januar	NW	oder Windstille	Juli	NO, SW	oder Windstille
Februar	NW		August	NO, SW	
März	NW		September	NO, NW, SW	
April	NO, NW, SW		Oktober	NW, SW, NO	
Mai	NW, NO, SW		November	NW	
Juni	NO, SO, SW		Dezember	NW	

Der kälteste Monat im Jahre ist Januar mit einer Durchschnittstemperatur von — 12.8° C. und der wärmste, Juli, mit + 18.5° C. Jahresdurchschnittstemperatur ist + 4.2° C.

Die Jahresniederschläge betragen insgesamt 29.68 Zoll, Nebel ist in der ersten Hälfte des Sommers vorherrschend, während der zweiten Hälfte des Sommers kommen klare Tage häufiger vor, auch treten im Sommer häufig heftige Regengüsse ein.

Von der Bucht Tetinke durch einen 180 Faden breiten Landstreifen getrennt, befindet sich ein 100 000 qu. Faden großer See, dessen Wassertiefe zwischen 2 und $4\frac{1}{2}$ Faden schwankt, der sich vorzüglich für einen Hafen eignet und wahrscheinlich demnächst ausgebaut wird.

Den von Süden kommenden Schiffen ist zu empfehlen, das Kap Nizmenni (43° 31.5′ N, 135° 9.5′ O), dessen Feuer aber meistens unregelmäßig brennt, anzusteuern und sodann in einer Entfernung von 2 bis 3 Seemeilen längs der Küste zu dampfen. 58 Seemeilen nördlich liegt das charakteristische, vom Lande abstehende Kap Bryner, an dessen südlicher Seite sich zwei spitze, hoch aus dem Wasser hervorragende Steine befinden.

Man verfolgt hierauf den Kurs längs der Küste, bis die Bucht Tetinke gänzlich frei kommt, dreht dann nach Osten ab, etwa den Schornstein der Sägemühle recht voraus nehmend, dampft so weit, bis das Heck des Schiffes ungefähr mit dem Kap Bryner abschneidet und ankert nun in etwa 6 Faden Wassertiefe. Da das Wasser sehr schnell abnimmt, muß man das Lot fortwährend fleißig gebrauchen. Auf ein gegebenes Signal mit der Dampfpfeife kommt gewöhnlich sofort der Hafenmeister mit einem Schlepper dem Dampfer entgegen und weist demselben den besten Ankerplatz an.

Proviant ist am Platze zu erhalten, doch ist derselbe sehr teuer, da alles von Wladiwostock eingeführt werden muß.

W. Berg, D. »Ellen Rickmers«.

2. **Port Swettenham.** Port Swettenham liegt in der Malakkastraße auf ungefähr 3° N-Br. und 101° O-Lg.

Das Ansegeln von Swettenham bereitet den Schiffsführern weder am Tage noch nachts besondere Schwierigkeiten. Beim Einlaufen ist empfehlenswert, bei Deep Water Point einen Lotsen zu nehmen. Die Lotsengebühren sind von See 110 Dollars mex. und von Deep Water Point 50 Dollars mex. bis nach der Reede. Soweit auf der Reede Bojen frei sind, machen die Schiffe an denselben fest, im anderen Fall werden die Schiffe vermoort.

Bei dem niedrigsten Wasserstand beträgt die Wassertiefe auf Pinto Gedong Barre 24 und bei dem höchsten 38 Fuß. Von Deep Water Point ist die Wassertiefe nicht unter 28 Fuß.

Die Zollbehörde verlangt nur eine Abschrift des Ladungsverzeichnisses. Erhoben wird der Zoll nur auf Weine und Spirituosen. Hafenabgaben hat das Schiff nicht zu bezahlen.

Einkommende Schiffe haben in Penang einzuklarieren. Bricht auf der Reise von da an Bord eine Krankheit aus, so muß das Schiff eine gelbe Flagge führen (Flagge Q).

Kleinere Schiffe können zur Vornahme der Ladeoperationen an die Brücke gehen, dafür werden 5 Cents per Picul erhoben, größere Schiffe löschen in Leichter auf der Reede. Leichter sind in genügender Anzahl vorhanden und haben eine Ladefähigkeit bis 100 Tons.

Schiffe, die Explosionsstoffe an Bord haben, haben keinerlei Formalitäten zu erfüllen, solange die Explosionsstoffe in vorschriftsmäßigen Räumen untergebracht sind.

Trockendock ist in Swettenham nicht vorhanden. Bunkerkohlen sind nicht zu haben.

Landesmünze ist der Staits dollar $, 1 $ = 100 Cents = 2.35 M.

Landesübliche Gewichte: Piculs und Cattries. 1 Picul = 100 Cattries = $133^1/_2$ Pfund engl.

W. Berg.

3. **Englische und deutsche Minen als Anzeiger für Meeresströmungen.** (Nach O. Nordgaard in »Det kgl. norske Videnskabers selskabs skrifter 1914 Nr. 5.«)

Während des Krieges sind mehrere hundert englische und deutsche Minen an die norwegische Küste getrieben. Die Nachrichen hierüber hat O. Nordgaard mit Unterstützung der Behörden gesammelt und das gesamte Material in einigen Kärtchen niedergelegt und diskutiert. Wir entnehmen seinen Ausführungen folgendes:

Wenngleich nichts darüber bekannt ist, wo die Minen ausgesetzt wurden und wie lange sie im Meere herumgetrieben sind, so ist es doch sehr wahrscheinlich, daß die Hauptzahl aus den Gewässern längs der englischen und deutschen Nordseeküsten stammt und wohl im Herbst des ersten Kriegsjahres ausgelegt

wurde. Eine Sonderung der englischen und deutschen Minen ist, als wissenschaftlich bedeutungslos, nicht erfolgt. Der Antrieb der Minen an die norwegische Küste begann Neujahr 1915, die erste wurde bei Spangereid an der Südspitze des Landes am 29. XII., die zweite bei Ekersund am 31. XII. 1914 gefunden.

Im Januar 1915 sind die Fundorte der Minen über die Küstenstrecke von der schwedischen Grenze bis nach Aalesund verteilt, aber die Funde liegen am dichtesten bei der Südspitze des Landes um Lindesnäs. Da die Strömung längs



Fig. 1. Minenfunde im Februar 1915.

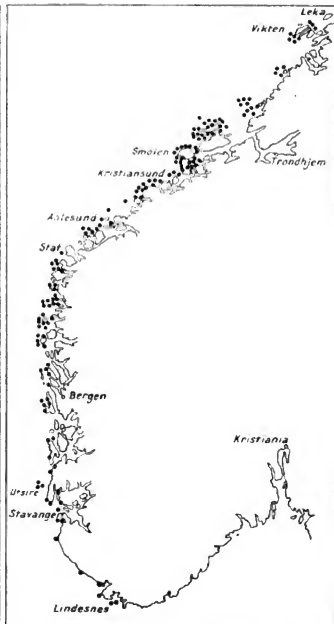


Fig. 2. Minenfunde im März 1915.

der jütländischen Westküste sich im Skagerrak mit der norwegischen Küstenströmung vereinigt, so erklärt sich das erste Antreiben der Minen an der Südspitze zwanglos. Die Anhäufung hier im Januar 1915 hält Nordgaard für einen Hinweis auf eine besonders ausgeprägte auflandige Bewegung der Wassermassen vor der Südküste.

Im Februar ist die Anhäufung noch ausgeprägter, namentlich bei Kristiansand und nördlich davon, wie uns Fig. 1 zeigt; hier muß demnach in diesem Monat eine stark auflandige Bewegung geherrscht haben. Längs der norwegischen Westküste liegen die Fundorte bis Smölen hinauf, sind jedoch ziemlich zerstreut.

Der März zeigt ein wesentlich anderes Bild, siehe Fig. 2. An der Südostküste fehlen die Minen ganz, treten aber in sehr verstärktem Maße an der Westküste auf und liegen namentlich zahlreich auf der Strecke zwischen Stavanger und den Vikten-Inseln.

Der April zeigt ein ähnliches Bild, jedoch verlagern sich die Minenfundplätze nördlicher bis zu den Lofoten. Noch ausgeprägter ist diese Nordwärtsverlagerung im Mai, wo keine Mine südlich vom Sognefjord, die nördlichste dagegen auf 71° N-Br. gefunden wurde.

An der ganzen Küste sind bis zum 15. V. 1915 insgesamt **453** Minen aufgefunden worden; über ihre Verteilung auf die verschiedenen Küstenstrecken gibt die folgende tabellarische Zusammenstellung Auskunft.

Tabelle der Minenfunde.

Küstenstrecke	Januar	Februar	März	April	Mai [1]
Schwedische Grenze — Lindesnäs . .	15 [2]	47	—	2	—
Lindesnäs — Utsire	14 [3]	9	15	19	—
Utsire — Stat	8	7	47	35	1
Stat — Leka	3	12	87	56	17
Leka und nordwärts	—	—	5	27	27
Zusammen	40	75	154	139	45

[1]) Bis zum 15. V. einschl. [2]) Einbezogen ein Fund am 29. XII. [3]) Einbezogen ein Fund am 31. XII.

Aus der Tabelle (und den Karten der Original-Abhandlung) geht hervor, daß die größte Zahl der Minenfunde auf die Monate März und April fallen, alsdann folgt der Monat Februar. Nordgaard hebt nun hervor, daß in den Monaten März und April eine stark auflandige Wasserbewegung dort geherrscht haben müsse, wo sich die Funde der Minen anhäufen, und daß diese auflandige Wasserbewegung wahrscheinlich eine große Bedeutung für die Fischerei besitze. In Fig. 1 sieht man im Februar die Anhäufung der Minen namentlich bei Kristiansand, hier hat in den letzten Jahren die »ostland«sche Heringsfischerei in der Zeit von Mitte Januar bis Ende Februar stattgefunden. Im März und April fehlen Minenfunde auf der Strecke Lindesnäs bis zur schwedischen Grenze fast vollständig, ebenso fehlt in diesen Monaten hier die Heringsfischerei.

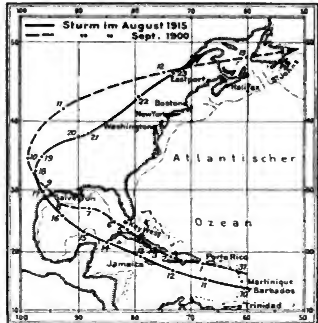
Der Fang der Frühjahrsheringe (»vaarsild«) hat sein Optimum Ende Februar und im März an der Westküste Norwegens und war in den letzten Jahren am reichsten vor Kristiansund und Umgebung; gerade diese Gebiete sind durch große Minenfunde im Monat März ausgezeichnet, wie uns Fig. 2 und die Tabelle (Stat — Leka) zeigt. So liegt die Annahme nahe, daß es dieselben Kräfte sind, welche die Minen und die Heringe gegen das Land treiben. Der Andrang des Wassers gegen die norwegische Küste scheint in den Wintermonaten am größten zu sein, wo auch die großen Heringsfischereien stattfinden. Nordgaard beabsichtigt, später weitere Karten über die Minenfunde nach dem 15. V. zu veröffentlichen, die vielleicht noch manches Interessante bringen.

4. Meteorologische Analyse des tropischen Sturmes (Hurricane) vom 10./23. August 1915 über Westindien und Nordamerika.

Der tropische Sturm vom 10./23. August 1915 war der erste, der die Küste von Texas seit dem im September 1900 heimsuchte und diesem an Stärke und Richtung mehr oder weniger gleichkam. Während jedoch durch den Sturm vom Jahre 1900 in Galveston und Umgegend, wo er die Küste von Texas gleichwie im Jahre 1915 traf, mehr als 6000 Menschen ihr Leben einbüßten und der niedrigere Teil der Stadt Galveston vollständig zerstört wurde, hat der nach dem Sturm vom Jahre 1900 erbaute, $3^1/_2$ engl. Meilen (à 1609.35 m) lange Seewall an der Seefront die Stadt vor größeren Schäden bewahrt und somit seine Aufgabe glänzend erfüllt.

Nach dem Bericht des U. S. Wetterbureaus (veröffentlicht im »Engineering Record« vom 28. August 1915) kam der Sturm am Morgen des 10. August zuerst in das Beobachtungsfeld bei einem Barometerstand von 29.8″ in Bridgetown auf Barbados und in Roseau auf Dominica und einem Fall von 0.14″ in 24 Stunden. Am Morgen des 11. August war das Sturmzentrum augenscheinlich südlich der Insel St. Croix auf ungefähr 16° nördl. Breite und 66° westl. Länge.

Der niedrigste Barometerstand während der ersten 24 Stunden des Sturms war 29.46″ in Roseau auf Dominica um 4h N. am 10. August, der niedrigste Barometerstand am Morgen des 11. August 29.76″ in San Juan mit einer Windstärke von 60 engl. Meilen in der Stunde aus Nordost, und einen viel niedrigeren Barometerstand südlich davon anzeigend. Am Morgen des 12. August befand sich das Sturmzentrum in kurzem Abstand südlich von Haiti, zu welcher Zeit das Barometer in Port au Prince auf Haiti 29,60″ zeigte und wo die größte Windstärke 32 engl. Meilen in der Stunde aus Osten betrug, die jedoch zufolge der Berichte über die Schäden in dem niedrigeren Teil der Republik bedeutend größer gewesen sein muß. Während der nächsten 24 Stunden zog der Sturm über den östlichen Teil der Insel Jamaica bzw. sehr nahe derselben und am Morgen des 13. August befand sich das Zentrum im Nordwesten der Insel auf ungefähr 19° nördl. Breite und 79° westl. Länge.



Die Zahlen an den beiden Sturmlinien bezeichnen die Tage im August 1915 und im September 1900.

Morgens am 14. August war der Sturm über dem äußersten westlichen Cuba, ein wenig mehr sich nach Norden oder Westen bewegend. Havana meldete einen Barometerstand von 29.72″ mit einer größten Windstärke von 56 engl. Meilen stündlich aus Osten. Zu dieser Zeit hatte der Wind eine Stärke von 38 Meilen stündlich aus Osten in Key West erreicht und ein Radiofunkspruch von einem Schiff nur in kurzem Abstand südwestlich von Key West berichtete eine Stärke von 65 Meilen aus Osten. Während das Sturmzentrum am 14. August über den äußersten Westen von Cuba hinzog, meldete Pinar del Rio eine Stärke von 68 Meilen stündlich aus Nordosten. Die meteorologische Station in Cape San Antonio auf Cuba war infolge Zerstörung des Radioapparates außer Verbindung gesetzt.

Am Morgen des 15. August befand sich das Sturmzentrum im südöstlichen Teil des Golfs von Mexico ungefähr auf 23° N-Br. und 89° W-Lg. laut Radiofunksprüche vom östlichen und nordöstlichen Golf. Der Sturm bewegte sich darauf in nordwestlicher Richtung und um 8h N. am 15. August meldete ein Radiofunkspruch von 26.5° N-Br. und 88° W-Lg. einen Barometerstand von 29.48″ und eine Windstärke von 64 Meilen stündlich aus Osten. Am Morgen des 16. August war das Zentrum auf ungefähr 26.5° N-Br. und 93° W-Lg., und während der Nacht trafen weniger heftige Winde aus Osten und Südosten die mittlere Golfküste mit Tiden von 1′ bis 2′ über Normal. Zu derselben Zeit zeigte das Barometer in Galveston 29.62″ mit 38 Meilen Windstärke stündlich aus Nordost. Westlich von Mobile belegene Golfstationen meldeten sehr grobe See.

Während der Nacht vom 16/17. August erreichte der Sturm Texas südlich von Galveston und zeigte der Barometer der Station daselbst am 17. August um 2h 45min V. einen Stand von 28.63″, d. i. 0.21″ höher als der niedrigste Stand während des Sturmes im Jahre 1900. Nach dem Wetterbureau in Galveston überschritt die Windstärke daselbst 32 Meilen stündlich um 4h V. am 16. August, von 3h N. am 16. bis 10h V. am 17. August betrug sie 60 Meilen und mehr. Die größte Windstärke für 5 Minuten betrug 93 Meilen stündlich aus Osten um 2h 37min V. am 17. August und die Tide war 6″ höher als 1900. Der Hurricane hielt 19 Stunden in Galveston an. Um 5h 30min am 17. August zeigte das Barometer in Houston 28.21″ oder 0.21″ niedriger als in 1900 und die Windstärke war daselbst 80 Meilen stündlich aus Südosten und Nordosten. Am 17. August

war das Zentrum um 8h V. in kurzer Entfernung westlich von Houston mit der Neigung, eine mehr nördliche Richtung einzuschlagen. Der Sturm bewegte sich darauf mit fortwährend abnehmender Kraft nordwärts und war das Zentrum am Morgen des 18. August über dem mittleren Teil des östlichen Texas mit einem Barometerstand von 29.50" oder etwas niedriger. Darauf wendete sich der Sturm nach Nordosten mit etwas größerer Stärke und lag das Zentrum am Morgen des 19. August über dem nordöstlichen Teil von Ost-Texas bei einem Barometerstand von 29.58" in Dallas.

Während der Nacht vom 19./20. August begann der Sturm wieder an Heftigkeit zuzunehmen mit nordöstlicher Richtung, und lag das Zentrum am Morgen des 20. August über dem Südosten von Missouri mit einem Barometerstand von 29.42" in Cairo bei einer Windrichtung aus Südosten. Um 8h N. am 20. August zeigte das Barometer in Evansville, Indiana, 29.40". Am Morgen des 21. August befand sich das Zentrum über Indiana bei 29.52" Barometerstand.

Der den Sturm begleitende Regenfall war am heftigsten über Ost-Texas, Nordwest-Louisiana, Arkansas, Ost- und Süd-Missouri und Süd-Illinois. Der Gesamtregenfall während des Sturmes schwankte zwischen 5" und 15". In St. Louis betrug der Regenfall in 24 Stunden und endigend um 8h N. am 20. August 7". Am 17. August zogen außerdem noch heftige nördliche Winde über das Innere von Ost-Texas mit Stärken von 44 bis 60 Meilen stündlich, letztere Stärke in San Antonio.

Der nördlich von Galveston und Houston und in der Umgebung dieser Städte durch den Sturm angerichtete Schaden ist bedeutend und beträgt 60 Millionen Dollar. Weniger Schäden verursachten die höheren Fluten als Folgen des tropischen Sturms in den Flüssen von Texas, Arkansas und Mittel-Mississippi, ausgenommen in dem White River in Arkansas.

Die beigegebene Karte zeigt den Sturmlauf vom Jahre 1915 und den vom Jahre 1900. Im ganzen sind die beiden im allgemeinen einander sehr gleich, sowohl was den Lauf als was die Stärke anbelangt. Die größte 5-Minuten-Stärke war in Galveston im Jahre 1900 84 Meilen stündlich und im Jahre 1915 93 Meilen. Indessen flog der Anemometer im Jahre 1900 unmittelbar weg, nachdem der Wind die Stärke von 84 Meilen erreicht hatte, und schätzte das Wetterbureau die später eingetroffene Stärke auf 120 Meilen.

Die ersten Sturmwarnungen wurden von dem U. S. Wetterbureau am 10. August um 9h 45min V. ausgegeben, als der Sturm in der Nähe der Insel Martinique eintraf, und dann regelmäßig allen Häfen an der Atlantic- und der Golfküste mitgeteilt und von Arlington und Key West zweimal oder dreimal täglich durch Radiofunksprüche verteilt.

Am Morgen des 15. August wurden Sturmwarnungen an der Golfküste von New-Orleans bis Apalachicola, Florida, angeordnet und um 5h N. in Hurricane-Warnungen umgeändert in New-Orleans, die als solche über alle Plätze bis Brownsville, Texas, verbreitet und um 5h N. am 16. August für weitere 24 Stunden fortgesetzt wurden.

Daß der Sturm im Jahre 1915 nicht dieselben Verluste an Menschen und Eigentum in Galveston und Umgegend verursacht hat, ist außer dem genannten Seewall noch dem Umstand zuzuschreiben, daß der heftigste Wind nicht direkt von Süden wie im Jahre 1900 kam. H.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

R. Topp, **Einführung in die Deviationstheorie.** Bremerhaven. 1914. Verlag von W. Ludolph, G. m. b. H.

Die vorliegende kleine Schrift beabsichtigt nicht, wie man nach dem Titel annehmen könnte, eine Einführung in die theoretischen Grundlagen der Deviationslehre, sondern ist ein auf Anregung von Schiffsführern und Schiffsoffizieren von einem nautischen Praktiker für seine Kollegen geschriebenes

Buch. Es will ihnen Gelegenheit geben, sich das Maß von Kenntnissen zu erwerben, das in der Sonderprüfung auf dem Gebiete der Deviationslehre von ihnen verlangt wird. Sein Inhalt hält sich deshalb im allgemeinen in den von der Konferenz der Navigationsschuldirektoren in Hamburg am 17. Mai 1912 mit Rücksicht auf § 65 der Unfallverhütungsvorschriften der Seeberufsgenossenschaft festgesetzten Grenzen, geht aber insofern über diese hinaus, als die Ableitung der Formeln in kleinem Druck mitgegeben ist, obgleich diese in der Prüfung nicht verlangt wird.

Das Buch, das viele Berührungspunkte mit Meldaus Kompaßlexikon und seiner Darstellung der Deviationslehre in den neueren Auflagen von Breusings Steuermannskunst darbietet, ist klar und verständlich geschrieben und erfüllt durchaus die Aufgabe, die sich der Verfasser gestellt hat. Für eine etwa notwendig werdende zweite Auflage möchte der Unterzeichnete darauf hinweisen, daß die genäherte Deviationsformel nicht von Poisson herrührt und deshalb auch nicht als Poissonsche Gleichung bezeichnet wird. Sie ist von Archibald Smith aufgestellt und hat von dem Admiralty Manual aus ihren Weg in alle Darstellungen der Deviationslehre gefunden, während die drei Poissonschen Gleichungen in ihrer heutigen Form die drei Komponenten der gesamten auf die Kompasse wirkenden magnetischen Kräfte in der Längsschiffs-, Querschiffs- und Vertikalrichtung als lineare Funktionen der neun Induktionskonstanten und der Komponenten der erdmagnetischen Kraft, sowie der Komponenten des festen Schiffsmagnetismus darstellen und die Grundlage der gesamten Theorie bilden, die sich aus ihnen vollständig entwickeln läßt. Auch die in den meisten Darstellungen der Deviationslehre gegebene mangelhafte Art der Einführung des λ wäre nach den überaus klaren Darlegungen von v. Schaper in dieser Zeitschrift, Jahrgang 1909, S. 223, zu berichtigen. In dem Abschnitt über die induzierende Wirkung des Erdmagnetismus müßte es heißen: »Dreht man die Stange horizontal herum, so wird der Magnetismus abnehmen, bis . . .« Das Wort »verschwinden« statt »abnehmen« kann zu einer falschen Auffassung verführen. Auch verschiedene kleine, nicht sinnstörende Druckfehler müßten beseitigt werden.

Im übrigen entspricht das Buch, wie gesagt, seinem Zwecke und kann den Kreisen, für die es bestimmt ist, durchaus empfohlen werden. v. Hasenkamp.

Fr. Gansberg, **Der Flugzeugkompaß und seine Handhabung.** 8°. 43 Seiten, 1 Tafel. Berlin 1915. Verlag M. Krayn. 1.50 ℳ.

Der Verfasser bringt in dem kleinen Buch eine kurze Zusammenfassung alles dessen, was den Flugzeugführer zu einer sicheren Führung seines Flugzeugs befähigt. Die ersten drei Teile behandeln den Kompaß, die drei letzten die bekannten Fragen der terrestrischen Navigation. Das Buch lehnt sich im theoretischen Teil überraschend eng an die geschätzte Breusingsche Steuermannskunst an, deren Lehren und Methoden auf das neue Feld der Aviatik sinngemäß übertragen werden. Im Hinblick auf die guten Erklärungen jenes Lehrbuchs ist es zu bedauern, daß im vorliegenden Buche mancher Ausdruck an Schärfe verloren hat. Die Arbeit gibt Aufschluß über die Unterschiede der beiden Haupttypen von Flugzeugkompassen (Bamberg, Pfadfinder), über ihre beste Aufstellung im Flugzeug, über Deviationsbestimmung und über Kompensation des festen Magnetismus; der flüchtige Magnetismus findet keine Erwähnung; doch läßt die in Tabelle 5 gegebene Deviation einen Schluß auf den Koeffizienten E zu. Der zweite Abschnitt gibt einen Überblick über die Benutzung der Kartenprojektionen, die Kursverwandlung und die Berücksichtigung der Abtrift. Einige Tabellen erleichtern das Berechnen der Kurse.

Elsfleth. W. Immler.

Fischer, Karl: **Niederschlag und Abfluß im Odergebiet.** Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Besondere Mitt. Bd. 3 Nr. 2. 4°. 50 Seiten mit 7 Abb. im Text und 5 Tafeln. Berlin 1915. E. S. Mittler & Sohn.

Die auf umfangreiches, neues Material gestützte Arbeit schließt sich an frühere Untersuchungen im Jahrbuch der Gewässerkunde an, die von Keller und dem Verf. ausgeführt worden sind. Neben Ergebnissen, die für wasserwirtschaftliche Maßnahmen nutzbringend sein können, mangelt es auch nicht an solchen, die nicht nur praktisches, sondern auch allgemeineres Interesse haben, wie z. B. die Abflußverluste am Oderstrom.

Die Untersuchungen Fischers über die Oderhochwasser 1902 und 1903 ergeben, daß die Wassermasse, welche bis zur Mündung der Oder hinabgelangte, kleiner war als die Summe der Abflußmassen; die versickerten Massen waren überraschend groß (16—17%). Eine neue, eingehende Prüfung für das Jahrzehnt 1896/1905 und für die Strecke Steinau—Hohensaathen ergab unter sorgsamer Berücksichtigung aller Fehlerquellen die Wirklichkeit erheblicher Abflußverluste. Der Strom nahm aus seinem Zuflußgebiet im Mittel 566 cbm auf, wovon 59 cbm oder 10% des Zuflusses wieder ausschieden, was einem Jahresverlust von 1870 Millionen Kubikmeter gleichkommt. Da die Verdunstung im Stromgebiet nur auf 100 Millionen Kubikmeter im Jahre zu veranschlagen ist, so ergibt sich, daß die Verluste an der mittleren Abflußmenge auf Versickern zurückzuführen sind, indem Grundwasserströme vom offenen Strom gespeist werden. Es ist anzunehmen, daß die mit durchlässigem Material ausgefüllten Urstromtäler am Rande der ehemaligen Inlandvereisung, denen die heutigen Ströme zum Teil folgen, diese Abflußverluste aufnehmen.

Die Abhandlung bietet auch methodisch manche Anregung, wie z. B. die Ermittelung des normalen jährlichen Gangs des Abflusses; da die Periode 1896/1905 hierfür zu kurz war, mußte dieser unter Zugrundelegung der Beziehungen zwischen Wasserständen und Abflußmengen abgeleitet werden.

W. Brennecke.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Voß, A.: *Wettervorhersage für Jedermann. Ergänzungen. Wettervorhersage für 1916 mit Ausblick für 1917. Ein neuer überraschender Fortschritt. Die Mängel des öffentlichen Wetterdienstes. Rudolf Falbs Anerkennung.* 8⁰. 37 S. m. eingedr. Kurven. Berlin 1915. Vossianthus-Verlag. 1,80 *M.*

Hinselmann, E. J. N. Brandt: *Mond und Wetter im Jahre 1916. Eine Übersicht über die wetterwirksamen Mondstellungen und den dadurch bedingten mutmaßlichen Verlauf der Witterung, unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung für die Landwirtschaft.* 5. Ausg. 8⁰. 19 S. Hannover 1916. M. & H. Schaper. 0,50 *M.*

Physik.

Maxwell, J. C.: *Auszüge aus M.'s Elektrizität u. Magnetismus.* Übersetz. v. Hilde Barkhausen. Hersg. v. Fr. Emde. 8⁰. XXXII, 182 S. m. 9 Abbildgn. Braunschweig 1915. F. Vieweg & Sohn. 7,00 *M.*

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Zur Meteorologie des Äquators. III. Meteorologie des Hochtales von Quito. J. v. Hann. »Sitz-Ber. Akad. d. Wissensch. Wien«. 1915, Abt. IIa. 125. Bd. 1./2. Hft.

A note on the relation of climate to agriculture in California. A. H. Palmer. »Washington, Monthly Weather Review« 1915, August.

Sind die Berliner Winter wärmer geworden? O. Meißner. »Meteorol. Ztschr.« 1915, Hft. 11.

Über Feuchtigkeitsmessung der Luft. F. Tschaplowitz. Ebenda.

Storm-frequency changes in the United States. H. Arctowski. »Washington, Monthly Weather Review« 1915, August.

The tropical storm of August 10. 1915. H. C. Frankenfield. Ebenda.

Weather Bureau terms used to designate storms. Ebenda.

Aerial warfare and the weather. »Scientif. Americ. Supplem.« 1915, October 23.

Meeres- und Gewässerkunde.

Zur hydrodynamischen Theorie der Adriagezeiten. R. v. Sterneck. »Sitz-Ber. Akad. d. Wissensch. Wien« 1915, Abt. IIa. 124. Bd., 3./4. Hft.

Beitrag zur Berechnung der Druck- und Massenverteilung im Meere. T. Hesselberg und H. U. Sverdrup. »Meddelelse fra Bergens Museums Biolog. Station« Nr. 45.

Die Stabilitätsverhältnisse des Seewassers bei vertikalen Verschiebungen. T. Hesselberg und H. U. Sverdrup. Ebenda Nr. 46.

The calculation of total salt content and of specific gravity in marine waters. R. H. True. »Science« 1915, November 19.

Reisen und Expeditionen.

Die erste Umschiffung Nordasiens von Ost nach West. »Ztschr. d. Gesellsch. f. Erdkde. Berlin« 1915, Nr. 8.

Die kanadische Polarexpedition unter der Führung V. Stefánssons. Edenda, Nr. 8.

Stefansson finds new land. »Bullet. Americ. Geogr. Soc.« 1915, Nr. 10.

Fischerei und Fauna.

Aufschwung der norwegischen Seefischerei. »Hansa« 1915, Nr. 50.

Goede en slechte vischjaren. H. C. Redeke. »Mededeel. ov. Visscherij« 1915, October.

Physik.

Solar radiation C. Abbot. F. E. Fowle and L. B. Aldrich. »Scientif. Americ. Supplem.« 1915 October 23.

Solar radiation intensities during August 1915 at Washington. H. H. Kimball. »Washington, Monthly Weather Review« 1915, August.

Die Beziehung gesteigerter Sonnentätigkeit zu atmosphärisch-optischen Erscheinungen. J. Maurer. »Meteorol. Ztschr.« 1915, Hft. 11.

General results of the magnetic survey of the Pacific Ocean. L. A. Bauer u. W. J. Peters. »Terrestr. Magnetism« 1915, September.

Magnetic declinations and chart corrections obtained by the „Carnegie" from Honolulu, Hawai, to Dutch Harbor, Alaska. June-July 1915. J. P. Ault. Ebenda.

On the origin and maintenance of the earth's charge. Part. I. W. F. G. Swann. Ebenda.

Latest annual values of the magnetic elements at observatories. J. A. Fleming and W. F. Wallis. Ebenda.

The mean value of a function of spherical polar coordinates round a circle on a sphere. H. Bateman. Ebenda.
La théorie électromagnétique du temps. L. G. Tippenhauer, Besprechung von J. Scherer. »Bullet. Semestr. Observat. Météorol. Seminaire-Collège St-Martial, Port-au-Prince, Haiti« 1914. Juillet—Décembre.
Theoretische und experimentelle Beiträge zur Aufklärung des dreifachen Bildes einer Luftspiegelung im Anschluß an photographische Aufnahmen und Beobachtungen einer ständigen Luftspiegelung bei Blankenese. W. Hillers. »Abhandl. a. d. Gebiete d. Naturwiss.« XX. Bd., 2. Hft. Naturwiss. Verein Hamburg.
Über Luftspiegelung. Molly. »Das Wetter« 1915, Hft. 11.
The errors in precise leveling due to to irregular atmospheric refractions. W. Bowie, »Science« 1915, November 19.
Zyklonen und Kreiseltheorie. W. König. »Meteorol. Ztschr.« 1915, Hft. 11.
New aerodynamical researches. G. Eiffel. »Scientif. Americ. Supplem.« 1915, October 23.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Submarine periscopes. »Scientif. Americ. Supplem.« 1915, October 23.
Vliegmachines in dienst der meteorologie. H. G. Cannegieter. »Hemel en Dampkring« 1915, November.
Adolf Langes Kugelhemmung mit stetiger Kraft. »Die Uhrmacherkunst, Halle a. S.« 1915, Nr. 23.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Die Entwicklung der Leuchttürme. V. Brunner. »A Tenger« 1915, Nr. XI—XII.
Die Schließung des Panamakanals. »Hansa« 1915, Nr. 47.
Verbesserung des Wasserweges von Rotterdam nach See. Ebenda Nr. 48.
Verbesserung des Wasserweges von Rotterdam nach der Nordsee. »Zentralbl. d. Bauverwaltg.« 1915, Nr. 97.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Die 17. Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft. »Motorschiff u. Motorboot« 1915, Nr. 24.
Providing a ship with ears. R. G. Skerrett. »Scientif. Americ.« 1915, November 20.
Neuartige Segelschiffsunternehmungen. »Hansa« 1915, Nr. 50.

Handelsgeographie und Statistik.

Schiffsverkehr im Hafen von Kopenhagen 1900—1914. »Deutsch. Handelsarchiv« 1915, November.
Die Schiffahrt Bulgariens. »Hansa« 1915, Nr. 49.
Schiffsverkehr 1914: Dedeagatsch. »Deutsch. Handelsarchiv« 1915, November.
Das erste Betriebsjahr des Panamakanals. R. Hennig. »Prometheus« 1915, Nr. 10.
Die Erhöhung der Suez-Kanal-Gebühren. »Hansa« 1915, Nr. 51.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Die internationale Zusammenarbeit in der Seeversicherung. »Hansa« 1915, Nr. 49.
Der Artikel 8 der Seestraßenordnung. Ebenda Nr. 51.
Neue seekriegsrechtliche Literatur. H. Wehberg. Ebenda Nr. 49.

Verschiedenes.

Die bisherige technische Lehre des Seekrieges. J. Kump. »A Tenger« 1915, Nr. XI—XII.
Zullen onderzeebooten een overwegend deel uitmaken van de oorlogsvloten der toekomst? H. E. v. Asbeck. »Marineblad« 1915/16. Nr. 5.
Gunnery aboard ships. »Scientif. Americ. Supplem.« 1915, November 13.
Der Kampf um die Freiheit der Meere. W. Wehrhart. »Seefahrt« 1915, Nr. 24.
Das Königliche Materialprüfungsamt in Lichterfelde-West bei Berlin und seine Aufgaben. W. Mecklenburg. »Die Naturwissenschaften« 1915, Hft. 49.
Die neuzeitlichen Bestrebungen in der Entwicklung der Luftschiffahrt und Flugtechnik. U. Haase. »Prometheus« 1915, Jahrg. XXII, Nr. 11.
Verdeutschung der Fremdwörter in der Fachsprache des deutschen Vermessungswesens und der deutschen Kulturtechnik. Vorschläge und Erörterungen. Hempel. »Ztschr. f. Vermess.-Wes.« 1915, Hft. 12.
De geneeskundige localiteit aan boord van onze toekomstige oorlogsschepen. C. M. Beukers. »Marineblad« 1915, Nr. 5.

Die Witterung an der deutschen Küste im November 1915.

(Amtlich

In seinen Monatswerten kennzeichnete sich der verflossene November an der deutschen Küste im Durchschnitt bei ziemlich niedrigem Barometerstand als verhältnismäßig kalt und ziemlich trübe und im Osten wie im äußersten Westen als reich an Niederschlägen, während die Niederschläge im Westen der Ostsee unter den vieljährigen Mittelwerten blieben und diesen im Osten der Nordsee ungefähr gleichkamen; die aufgezeichneten Windgeschwindigkeiten entsprachen im Monatsmittel ungefähr den vieljährigen Mittelwerten, soweit solche hinreichend verbürgt vorliegen. Das Wetter war überwiegend zu Niederschlägen geneigt; trockene Zeiträume waren der 17. (Osten 19.) bis 22., sowie der 27. und 28. im Westen, und der 28. und 29. an der pommerschen und preußischen Küste, vorwiegend trocken außerdem der 1., 14. und 15. an der Ostsee. Heiteres Wetter trat in größerer Verbreitung auf am 17. an der Nordsee, am 24. an der westlichen Ostsee, sowie am 27. und 28. an der Nordsee. Nebel stellte sich in größerer Ausdehnung am 4. an der ganzen Küste, am 5. an der Nordsee, am 16. zwischen Weser und Elbe, am 20. an der Nordsee von der Weser ostwärts sowie am 22. und 23. ostwärts bis zur Oder ein. Steife und stürmische Winde traten in größerer Verbreitung über ausgedehntem Gebiet auf am 5. an der östlichen Ostsee aus dem Nordostviertel, in der Nacht vom 8. zum 9. an der Ostsee, sowie am 10. an der Nordsee und am 11. ostwärts bis Mecklenburg aus dem Südwestviertel, am 13. ostwärts bis Mecklenburg aus dem Nordwestviertel (Travemünde SW), am 14. ostwärts bis Rügen aus westlichen Richtungen, am 18. und 19. an der östlichen Ostsee aus dem Nordostviertel (am 18. mehrfach Stärke 9 und darüber), am 23. und 24. an der ganzen Küste, sowie mehr vereinzelt am 25. ostwärts bis zur Oder aus dem Nordwestviertel und mehrfach am 26. und 27. an der Ostsee mit Ausnahme des Ostens aus nördlichen Richtungen Gewitter wurden nicht beobachtet.

Am Morgen des 1. November lag ein Hochdruckgebiet von Rußland in einem Ausläufer über Lappland bis Südskandinavien ausgebreitet gegenüber einem ostwärts über Mitteleuropa ausgedehnten Ausläufer eines Tiefdruckgebiets über dem Ozean. Diese Wetterlage erhielt sich bis zum 4., an welchem Tage ein Teiltief nordwärts nach Polen vordrang, während ein Hochdruckgebiet scheinbar über Großbritannien heranzog, das mit dem Hochdruckgebiet über Skandinavien in Verbindung trat, sich in der Nacht zum 6. über Mitteleuropa ausbreitete und das genannte Tief von Polen nordostwärts zurückdrängte. Die Winde hatten während dieser Tage von Südost über Ost und Nord nach Nordwest gedreht und, wie angegeben, am 5. im Osten vielfach stürmisch aus Nordost geweht, und die anfänglich ziemlich niedrige Temperatur war gestiegen; nachdem am 1. noch die Ostsee meist trockenes Wetter gehabt hatte, traten täglich fast überall Niederschläge ein, bis am 6. und noch am 7. unter dem Einfluß des Hochdruckgebiets an der Nordsee vorwiegend trockene Witterung beobachtet wurde. Das Hochdruckgebiet verlagerte sich aber schnell über Kontinentaleuropa südwärts, während Ausläufer des über dem Nordmeere liegenden Tiefdruckgebiets in steter Folge, bereits am 6. beginnend, zunächst über Skandinavien und weiterhin auf südlicheren Bahnen vordrangen, so daß vom 10. bis 15. meist ganz Mitteleuropa von Ausläufern des ozeanischen Tiefdruckgebiets bedeckt war. Die Winde drehten in diesen Tagen am 7. und 8. über West nach Südwest und erhielten dann sich überwiegend südwestlich, aus welcher Richtung sie am 10. und 11. im Westen vielfach Stärke 8 erreichten; vorübergehend brachte ein über Jütland fortschreitendes Teiltief am 13. und 14. im Westen der Küste nordwestliche stürmische Winde. Dieser Wetterlage entsprechend erhielten sich die fast täglich überall beobachteten Niederschläge, und stellte sich mildere Witterung ein, besonders am 13. und 14., trotz der lebhaften nordwestlichen Winde, da diese infolge des Verlaufs der Isobaren Luft nicht aus nördlichen Gegenden, sondern vom Kanal herbeiführten.

Ein am 15. vom Ozean vordringendes Hochdruckgebiet brachte einen Wetterumschlag und beherrschte bis zum 22. die Witterung an der Küste; es breitete sich zunächst über Skandinavien aus und bedeckte vom Abend des 19. bis zum Morgen des 22. Mitteleuropa und teilweise fast ganz Europa — am 21. wurden Barometerstände höher als 785 mm beobachtet. Am 17. stellte sich an der Nordsee, im Osten am 19. trockenes Wetter ein, das sich, teilweise über ausgedehnten Gebieten, heiter oder neblig bis zum 22. erhielt. Die Winde drehten am 16. und 17. über Nord nach Nordost und weiterhin nach östlicher und südöstlicher Richtung, so daß am 15. und teilweise am 16. ein starker Temperaturrückgang erfolgte, worauf meist nur noch geringe Abnahme beobachtet wurde.

Ein bereits am 22. sich über Skandinavien südwärts ausbreitender Ausläufer eines über Lappland südostwärts ziehenden Tiefs führte bei teilweise stürmischen Winden aus westlichen Richtungen am 25. bis 26. an der Nordsee und am 23. bis 27. im Osten meist tägliche Niederschläge herbei — mit Ausnahme der westlichen Ostsee am 24. Im Rücken des am Morgen des 25. über Nord- und Mitteleuropa ausgebreiteten Tiefdruckgebiets stellte sich in der Nacht zum 26. wieder ein nordostwärts nach Skandinavien reichender Hochdruckausläufer ein, der schnell an Ausdehnung und Höhe zunahm und sich dann südwärts nach Kontinentaleuropa verlagerte; auf seiner Vorderseite drehten die teilweise vorübergehend stark bis stürmisch auffrischenden Winde nach Nord und zum Teil Nordost, um dann auf der Rückseite nach südlichen Richtungen umzugehen; die Herrschaft des Hochdruckgebiets brachte wieder ausgedehnt heiteres, trockenes Wetter in dem eingangs angegebenen Umfang und weiter sinkende Temperatur, so daß am 28. die Höchsttemperaturen fast überall unter dem Gefrierpunkt blieben.

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers	Luftdruck, 700 mm +						Lufttemperatur, °C.					Zahl der	
	Mittel		Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br.										
	red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom 30j. Mittel	Max.	Dat.	Min.	Dat.	8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom 15j. Mittel	Frosttage (Min. < 0°)	Eistage (Max. < 0°)
Borkum . . . . . 10.4 m	57.9	—2.7	83.6	21.	31.1	13.	3.6	4.8	3.9	3.9	—1.3	8	1
Wilhelmshaven . 8.5	58.7	—2.4	83.8	20.	32.7	12.	2.4	4.2	2.9	2.9	—1.7	10	3
Keitum 8.4	58.0	—2.3	84.7	21.	30.8	13.	3.1	3.9	2.5	3.0	—1.7	11	1
Hamburg 26.0	58.6	—2.9	84.0	21.	34.5	13.	2.2	4.1	3.0	2.8	—1.3	5	3
Kiel 47.2	58.5	—2.5	84.8	21	34.1	13.	2.4	3.7	2.5	2.7	—1.1	8	4
Wustrow 7.0	58.1	—3.2	84.9	21.	35.6	13.	3.0	4.1	3.3	3.3	—0.9	6	4
Swinemünde. . . 10.0	58.1	—3.9	84.6	21.	38.0	13.	2.7	4.2	3.1	3.1	—0.8	7	3
Rügenwaldermünde 6.9	57.4	—4.6	84.3	21.	39.1	13.	2.7	3.9	3.3	3.1	—0.5	6	1
Neufahrwasser . 4.5	57.6	—4.5	84.6	21.	42.0	13.	2.0	3.6	2.5	2.5	—0.6	8	3
Memel 9.6	57.1	—4.4	83.0	21.	43.6	14.	1.6	2.6	1.4	1.5	—1.4	9	1

Stat.	Temperatur-Extreme						Temperatur-Änderung von Tag zu Tag			Feuchtigkeit				Bewölkung				
	Mittl. tägl.		Absolutes monatl.							Absolute Mittel mm	Relative, %							
	Max.	Min.	Max.	Tag	Min.	Tag	8h V	2h N	8h N		8h V	2h N	8h N	8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	2.8	1.9	10.2	12.	—5.3	29.	2.0	1.7	1.9	5.4	89	85	87	8.0	7.0	7.3	7.4	+0.2
Wilh.	5.0	0.7	11.4	12.	—6.4	29.	2.2	1.9	2.2	5.3	89	87	89	8.1	7.9	7.7	7.9	+0.8
Keit.	5.4	1.4	9.8	12.	—5.5	29.	2.0	1.8	1.6	5.2	88	84	90	7.9	7.5	6.5	7.3	+0.3
Ham.	5.0	1.3	11.8	13.	—8.5	29.	2.1	1.8	1.8	4.9	86	80	84	8.7	8.5	8.0	8.4	+0.8
Kiel	4.5	1.2	10.4	13.	—7.3	29.	2.0	1.6	1.6	5.1	88	84	88	8.8	7.5	7.4	7.9	+0.3
Wus.	3.9	1.5	12.0	13.	—7.5	29.	2.1	1.7	1.5	5.1	86	79	83	8.3	8.1	7.7	8.0	+0.1
Swin.	5.3	1.6	11.5	13.	—7.4	29.	1.8	1.7	1.7	5.0	86	81	86	8.1	8.6	7.6	8.1	+0.5
Rüg.	4.8	1.5	11.3	13.	-11.0	30.	1.9	2.1	2.0	5.1	86	84	84	8.9	9.1	9.0	9.0	+1.5
Neuf.	4.6	0.9	11.1	13.	-11.6	30.	1.9	2.0	1.9	4.8	86	81	85	8.4	9.0	8.8	8.7	+1.0
Mem.	4.0	0.3	8.4	9.	—9.4	28.30.	2.3	2.0	2.9	4.7	89	84	89	9.0	8.7	8.1	8.6	+0.6

Stat.	Niederschlag, mm[1]						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit[2]			
	8h V – 8h N	8h N – 8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	mit Niederschlag ≥ 0.2 mm	≥ 1.0	≥ 5.0	≥ 10.0	K u. T	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek. Mittel	Abw.	Sturmnorm	Daten der Tage mit Sturm
Bork.	46	47	92	+ 28	12	12.	22	19	7	2	0	0	1	13	—	—	—	—
Wilh.	26	27	54	+ 1	9	12.	15	13	4	0	0	0	1	17	5.8	—0.7	12.0	keine
Keit.	21	48	68	+ 1	16	8.	19	13	6	1	0	0	3	17	4.9	—	12.0	24.
Ham.	33	26	59	+ 11	15	12.	18	12	5	1	0	0	1	23	5.3	+0.3	12.0	11.
Kiel	29	21	51	— 16	12	11.	19	11	4	1	0	0	3	21	—	—	—	—
Wus.	13	12	25	— 10	8	2.	12	7	2	0	0	0	1	20	—	—	—	—
Swin.	24	24	48	+ 11	11	25.	16	9	3	1	0	0	1	18	5.1	+0.1	10.5	keine
Rüg.	44	56	100	+ 53	25	4.	17	13	7	3	0	0	0	23	6.3	—	15.0	5.
Neuf.	52	36	88	+ 49	47	4.	12	11	5	2	0	0	1	24	4.7	—	12.0	5. 18.
Mem.	36	48	84	+ 42	15	4.	21	14	6	1	0	0	0	19	5.5	—	12.0	8. 24. 28.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	6	1	18	5	5	4	3	1	6	1	18	2	3	0	7	9	1	3.4	3.8	4.0
Wilh.	1	2	13	7	10	1	4	2	8	5	8	3	16	1	4	4	1	3.4	3.7	3.4
Keit.	4	10	12	4	4	2	6	4	3	6	7	0	9	4	8	5	2	3.8	4.0	3.9
Ham.	4	2	3	2	5	7	10	2	1	5	15	9	2	2	5	11	5	2.1	1.8	1.8
Kiel	9	0	5	0	3	10	6	0	12	1	8	13	8	7	4	1	3	3.0	3.0	3.1
Wus.	6	11	4	2	4	3	7	8	9	4	9	4	6	3	4	0	6	3.6	4.0	3.8
Swin.	4	8	7	0	0	0	12	3	4	7	5	7	22	5	0	2	4	3.4	3.9	3.5
Rüg.	2	5	7	6	1	4	3	5	13	9	5	9	6	3	7	0	5	3.9	4.1	4.1
Neuf.	5	4	3	1	3	0	2	15	10	5	11	7	8	7	4	3	2	3.0	3.3	2.9
Mem.	3	5	12	3	8	0	15	5	6	4	4	6	11	0	6	2	0	3.1	3.2	3.0

Die letzten Tage standen wieder unter dem Einfluß des ozeanischen Tiefdruckgebiets, das sich in einem Ausläufer von Großbritannien bis an die Weichsel und die Ostsee ausbreitete, so daß Winde aus Süd bis Südost herrschten, die seit dem 29. an der Nordsee und am 30. an der Ostsee Niederschläge herbeiführten und an diesem Tage im Westen starke Erwärmung, teilweise Tauwetter brachten, während der vielfach strenge Frost im Osten anhielt, und in Ostpreußen die größte Kälte des Monats erst am 30. November beobachtet wurde.

[1]) Die Niederschlagswerte sind auf ganze Millimeter abgerundet.
[2]) Vgl. die Erläuterungen der Januar-Tabelle, »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 143.

Druck und Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei, Berlin SW, Kochstraße 68—71.

Dr. Podestà:

Die Bedeutung der Farbensinnstörungen für den Seemannsberuf





Ani

Als v
nationa
Windstä
bei eng
erteleg
12 voll
fen sc
Vergle
1875
nach e
unters
Archi
in En
auf
Windst
höhere
bis
die
Da
ssion
stattun
10. Z
schien
tes, L
Kom
tten
len,
teins
sehen
D
ern
langt
n wo
andt
über
10
1.
Sek

Die dreizehnteilige Skala der Windstärken.

Von **W. Köppen.**

Als vor 41 Jahren das »Permanente Meteorologische Komitee« für den ernationalen Austausch von Wettertelegrammen eine einheitliche Bezeichnung r Windstärken brauchte, fiel ihre Wahl auf die Beaufort-Skala, die seit längerer it bei englischen Seeleuten in Gebrauch war und von da aus in die englische ettertelegraphie Eingang gefunden hatte. Diese Skala, in der 0 = Windstille d 12 vollen Orkan bedeutet, war auch für die Beobachtungen auf deutschen hiffen schon seit 1868 von der Norddeutschen Seewarte angenommen. Der ste Vergleich ihrer Grade mit instrumentell gemessenen Windgeschwindigkeiten ırde 1875 von R. Scott durchgeführt, leider mit falschen Anemometerkonstanten ıd nach einer nicht ganz richtigen Methode. Später ist dieses Verhältnis wiederolt untersucht worden, namentlich in Deutschland von Sprung und mir (zutzt Archiv der Seewarte 1898), in Norwegen von Mohn (zuletzt Met. Z. 1890) ıd in England von Chatterton (1887), Curtis (1897) und Simpson (1906). iese auf einem beträchtlichen Material ruhenden Vergleichungen stimmen für ie Windstärken 2 bis 5 in ihrem Ergebnis sehr nahe überein, während sie für ie höheren Stärkegrade weiter auseinandergehen. Außerdem sind oder waren och bis vor kurzem noch Verhältniszahlen hier und da in Gebrauch, die auch ir die genannten mittleren Stärken weit von diesen Bestimmungen abweichen.

Das Internationale Meteorologische Komitee hat deshalb 1910 eine Komıission von drei Personen — Lempfert, Palazzo und mir — zur Berichtrstattung über diese Frage eingeladen; deren Berichte sind im Bericht über ie 10. Zusammenkunft des Komitees, die 1913 in Rom stattfand, niedergelegt erschienen als Nr. 216 der Veröffentlichungen des Londoner Meteorologischen ımtes, London 1914). In dessen Sitzung vom 8. April stellte Shaw den Antrag, las Komitee möge empfehlen, daß Institute, welche die bis dahin von ihnen beıutzten Geschwindigkeits-Äquivalente der Beaufort-Skala ändern, dabei Werte vählen, die mit den Bestimmungen des Meteorological Office oder der Seewarte ibereinstimmen oder zwischen diesen liegen, um so die extremen Unterschiede :wischen den verschiedenen Beobachtungsnetzen wenigstens einzuschränken.

Das Internationale Komitee hat zwar diesem Antrag nicht zugestimmt, ondern noch weitere Untersuchungen über den Gegenstand von der Kommission verlangt. Allein es ist zu erwarten, daß der Antrag des Herrn Shaw schon jetzt wohltätig in der Richtung zu einer größeren Übereinstimmung der angewandten Skalen wirken wird. In der Tat meldet die Washingtoner »Monthly Weather Review« vom April 1915 auf S. 183 in einem Briefe von B. Galitzin vom 10. April d. J., daß das Petersburger Physikalische Zentral-Observatorium vom 1. Mai 1915 die englischen Zahlenwerte für die Umrechnung der Meter per Sek. in Beaufort-Grade annehme. Das wird sich in den Wettertelegrammen dadurch bemerkbar machen, daß die russischen Stationen nicht mehr durch ihre ungemein niedrigen Stärkeschätzungen von den übrigen abweichen werden, die dadurch entstanden, daß an ihnen die Windgeschwindigkeit mittels der Wildschen Windtafel annähernd in Meter per Sek. gemessen und dann für das Telegramm in Beaufort-Grade nach der alten unrichtigen Tafel von Scott verwandelt wurde. So ist ein erfreulicher Schritt zur Vergleichbarkeit der Windstärken geschehen, dem wohl andere an anderen Stellen folgen werden.

In der folgenden Tabelle sind einige Zahlenreihen zusammengestellt, die zeigen mögen, wie außerordentlich weit die noch in der Literatur oder im Gebrauch von Instituten vorkommenden Geschwindigkeitswerte der Beaufort-Skala

teilweise auseinandergehen, und wie nahe sich anderseits die zur Zeit besten deutschen und englischen Bestimmungen dieses Verhältnisses bereits kommen. Ich beginne mit den in den Mittelgraden höchsten und endige mit den niedrigsten Werten. Die Stärkegrade 0, 11 und 12 lasse ich fort, weil für diese die Zahlen meistens nicht aus den Beobachtungen abgeleitet sind, sondern entweder fehlen oder nach gewissen Annahmen ergänzt sind.

Quelle	Beaufort-Grade:									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A. Omond, Ben Nevis 1893	3.1	4.6	9.4	13.0	17.0	21.0	25.5	30.0	34.4	39.3
B. Scott, engl. Küste 1875	3.6	5.8	8.0	10.3	12.5	15.2	17.9	21.5	25.0	29.1
C. Dänisches Met. Institut	2—3	4—5	6—7	8—9	10—11	12—13	14—15	16—18	19—21	22—25
D. Simpson, engl. Küste 1906	0.9	2.7	4.7	7.2	9.8	12.5	15.4	18.8	22.4	26.4
E. Met. Office desgl. 1911	0.8	2.4	4.3	6.7	9.4	12.3	15.5	18.9	22.6	26.4
F. Köppen, Verschied. 1898	1.7	3.1	4.8	6.7	8.8	10.7	12.9	15.4	18.0	21.0
G. Chatterton, korrigiert .	1.8	2.3	3.9	6.0	8.2	9.9	12.7	15.6	17.8	20.6
H. Italienisches Met. Inst.	0.3—0.8	0.8—1.7	1.7—3	3—4	4—7	7—10	10—13	13—17	>17	—
J. Pralle, »Ingenieur« 1875	1.0	1.5	2.2	3.1	5.3	6.8	9.7	13.7	16.8	19.3
K. Mack, Hohenheim 1898	0.8	1.6	2.6	3.8	5.9	7.1	9.3	10.5	13.1	16.7

Die Zahlenreihen A und K zeigen, wie weit an einzelnen Stationen die Stärkeschätzungen auseinandergehen; offenbar ist auf dem Ben Nevis zu niedrig, in Hohenheim zu hoch geschätzt worden; auf ersterem kam wahrscheinlich auch eine falsche Annahme über die Anemometerkonstante hinzu. Reihe B hat eine weite Verbreitung erhalten, besonders durch die älteren Auflagen von Mohns »Grundzügen« und durch die Beschlüsse des »Permanenten Komitees«; sie war ja lange die einzige empirisch begründete. Sie figurierte auch bis in die neueste Zeit im Ingenieur-Taschenbuch »Hütte«, während in der Zeitschr. des Hannov. Arch.- und Ingenieur-Vereins vom Jahre 1875 die unter J angegebene Skala vom Bauinspektor Pralle mitgeteilt wird, die für die Stärken 2 und 3 fast vierfach kleinere Geschwindigkeiten gibt. Ich weiß nicht, wo diese Skala herstammt und zitiere sie hier nur nach einem Aufsatz von C. Busemann in der Zeitschrift »Der Brückenbau« (1912, S. 285), um die extreme Verschiedenheit auch der in Technikerkreisen verbreiteten Annahmen in dieser Frage zu zeigen. Wo die fast ebenso niedrigen Zahlen der Reihe H, die auf dem römischen »Ufficio Centrale« benutzt wurden, herstammen, hat Herr Palazzo nicht feststellen können. Die Reihe C ist nach Mitteilung des Dänischen Meteorologischen Instituts aus den Aufzeichnungen dänischer Feuerschiffe abgeleitet worden. Genaueres ist mir nicht bekannt. Über Reihe G spreche ich weiter unten.

Am besten begründet, sowohl nach Umfang des benutzten Beobachtungsmaterials, als nach dessen kritischer Verarbeitung, sind die Reihen D und F. Reihe E ist nur eine durch Annahme der Interpolationsformel $v = 0.836 \sqrt{B^3}$ vorgenommene Ausgleichung der Reihe D.

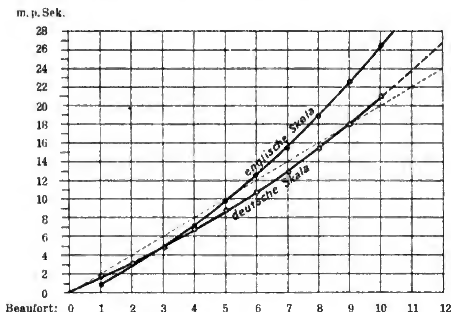
Wir wollen nun untersuchen, wie sich diese Reihen zueinander verhalten und welche von ihnen als die richtigste anzusehen ist.

Bei der Ableitung dieser Zahlen sind verschiedene Umstände zu berücksichtigen, deren eingehende Besprechung man in den bereits angeführten Abhandlungen im Archiv der Seewarte, 1898, Nr. 5 und Meteorological Committee, Official Nr. 180 (1906) findet[1]). Allgemeiner darauf einzugehen, würde an dieser Stelle zu weit führen.

In nachstehender Zeichnung sind die beiden Zahlenreihen D und F graphisch niedergelegt. Man sieht, daß sie im gleichen Sinne von der Geraden abweichen, indem sie in den niederen Graden langsamer ansteigen, als in den hohen. Offenbar ist diese Erscheinung gesetzmäßig und beruht auf den psychologischen Grundlagen der Schätzung. Der von einer Seite gemachte Vorschlag,

[1]) Die im letzteren Bericht immer wieder angezogene, aber nicht genannte Arbeit von R. H. Curtis findet sich im Quart. Journ. R. Met. Soc. 1897, S. 24—61.

eine Messung des Windes in Doppelmetern der Beaufort-Skala gleichzusetzen, würde also mit dem Wesen der letzteren in Widerspruch stehen und die vorhandene Verwirrung vergrößern. Ein Blick auf die Figur, in der die entsprechende Gerade gestrichelt eingezeichnet ist, wird dies deutlich machen[1]).



Das Verhältnis der beiden Zahlenreihen zueinander stellt sich so:

Beaufort-Grad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Reihe D: Reihe F =	0,53	0,87	0,98	1,13	1,11	1,17	1,19	1,22	1,24	1,26

Die höheren Werte der englischen Zahlenreihe führt Herr Shaw in einem Briefe an mich, den er im Bericht über die Sitzung des Internationalen Komitees in Rom (S. 37—40 der engl. Ausgabe) 1913 abgedruckt hat, in erster Linie auf die Wirkung der Turbulenz zurück. In den fortdauernden Schwankungen der Windstärke, die sie bewirkt, richte der Beobachter seine Schätzung überwiegend nach den Stößen, nicht nach den Flauten. Die Abschwächung des Windes nach den geschützteren Lagen zu treffe aber weniger die Stöße, als eben die Einschiebung von immer mehr und tieferen Flauten dazwischen; sie beeinflusse daher die Schätzung weniger, als die Stundenwege des Anemometers, die nach Shaws Schätzung auf der freien Meeresfläche 5 $^0/_0$, im Binnenlande, an Orten wie Kew u. a., dagegen 20 bis 50 $^0/_0$ unter der Geschwindigkeit der Stöße durchschnittlich zurückbleibe. Daher müßten an so frei gelegenen Küstenpunkten, wie Scilly, Holyhead, Yarmouth und Shields, denselben geschätzten Windstärken größere Stundensummen des Anemometers entsprechen, als an kontinentaler gelegenen Orten.

Die Richtigkeit der von Herrn Shaw angeführten Tatsachen bestreite ich durchaus nicht; es ist sehr wahrscheinlich, daß die Beobachter während der immerhin auf mehrere Minuten ausgedehnten Windschätzung sich allgemein mehr nach den Augenblicken größerer Stärke richten; daß die prozentische Größe der Windschwankungen in geschützten Lagen größer ist als in freien, dürfte auch für den, von Shaw nicht erwähnten, Unterschied zwischen der freien Atmosphäre und ihrer Bodenschicht gelten.

Allein auch die von mir benutzten Reihen sind nicht im Binnenlande gewonnen, sondern drei derselben auf offenem Meere, die übrigen an fünf Punkten der deutschen Küste, an fünf solchen der norwegischen Küste und an vier Punkten (Scilly, Holyhead, Yarmouth und Fleetwood) der englischen Küste.

Wir brauchen aber auch diesen mehr hypothetischen Einfluß der Turbulenz auf das Verhältnis zwischen Schätzung und Messung zur Erklärung des Unter-

[1]) Man kann sich aber die deutsche Skala genügend annähernd dadurch dem Gedächtnis einprägen, daß sie bis zur Stärke 7 oder 8 für den Beaufort-Grad n die Windgeschwindigkeit = 2n — 1 gibt, für Stärke 9 2n und für noch höhere > 2n.

schieds zwischen Simpsons und meiner Zahlenreihe kaum heranzuziehen, da hierzu viel besser bekannte Einflüsse genügen.

Auf S. 2 meines Aufsatzes im »Archiv der D. Seewarte« von 1898 habe ich als erste Bedingung für einen maßgebenden Vergleich dieser Art bezeichnet: »Schätzung und Messung müssen sich auf dasselbe beziehen, d. h. der Schätzende muß denselben Wind beobachten, den das Anemometer mißt«.

Die Schätzung der Windstärke geschieht auf See nach dem Zustand der Meeresoberfläche und nach der Segelführung und Fahrt von Segelschiffen, auf dem Lande nach der Wirkung des Windes auf Baumkronen, seltener auf Flaggen oder auf den Körper des Beobachters — letzteres zumeist auf einem Hügel oder Hausdach. Die Messung geschah bei den von mir benutzten Vergleichungen:

auf dem Meere bei zwei Reihen mit Handanemometern an Deck oder in den Wanten, bei der dritten auf dem Ruderhause;

an der deutschen Küste mit Anemometern, deren Schalenkreuz sich 1 bis 2 m über dem Dach eines so frei, als den Umständen nach möglich war, gelegenen Gebäudes befand; am freiesten in Hamburg, mittelmäßig frei in Borkum[1]), Swinemünde und Neufahrwasser, in Keitum bei den späteren, von Hugo Meyer bearbeiteten Aufzeichnungen aber von den Wipfeln benachbarter allmählich herangewachsener Bäume bereits etwas überragt;

an der norwegischen Küste an Wildschen Windfahnen, die sich in Prestö auf einem Hausgiebel 11 m über dem Boden, an den übrigen vier Orten zwar in freier Lage, aber nur 1 bis 5 m über dem Boden, befanden;

diese Messungen beziehen sich also auf dieselbe Luftschicht, aus der auch die Schätzungen stammen; über die von mir benutzten englischen Vergleichungen spreche ich weiter unten.

Alles in allem beruhen meine Endwerte auf den Schätzungen von mindestens 45 Personen. Das ist wichtig, denn unser Zweck ist nicht, die Auffassung eines einzelnen Beobachters, sondern nach Möglichkeit die durchschnittliche Auffassung aller die dreizehnteilige Skala benutzenden Beobachter festzustellen, natürlich vorzugsweise der erfahrenen und in günstiger Lage befindlichen.

Dagegen ist die Zahlenreihe von Simpson an fünf Orten von nur 5 Beobachtern gewonnen, von denen zwei — in Oxford und N. Shields — wenig beweisend sind, weil sie ihre Schätzungen größtenteils nach der Bewegung des Schalenkreuzes selbst machten. Auch haben diese zu den höheren Windstärken wenig Material geliefert und sind, da zur Mittelbildung alle Beobachtungen ohne Unterschied der Station vereinigt wurden, bei diesen von wenig Einfluß auf das Ergebnis. Dieses stellt also im wesentlichen die Auffassung von nur drei Beobachtern dar; dadurch wird sein Gewicht, trotz der großen Zahl der Aufzeichnungen und ihrer sorgfältigen Bearbeitung, sehr verringert.

Wir wollen indessen annehmen, daß diese drei oder fünf Personen in ihren Schätzungen als gute Vertreter des normalen oder durchschnittlichen Beobachters gelten können. Aber die Anemometer befanden sich wohl in allen Fällen in einer anderen, und zwar rascher strömenden Luftschicht, als der die Schätzungen entnommen wurden. Von Shields und Oxford gibt dies Simpson ausdrücklich an. Die Anemometer an allen fünf Orten sind außerordentlich frei aufgestellt. Ganz besonders gilt dies von den neueren Druckrohr-Anemometern von Dines zu Scilly und Holyhead, deren aufnehmende Spitze an dünnen Masten mehr als 12 m über den ebenen und anscheinend von Bäumen und Häusern freien Boden emporgetragen ist. Diese Höhe ist zwar bei Simpson nicht angegeben, wohl aber im Jahresbericht des Met. Comm. für 1896. Ihre Schätzungen machen der Beobachter auf Scilly nach dem Verhalten des Meeres und der Fischerboote, der von Holyhead nach dem einer Flagge der Küstenwache, deren Höhe und Lage nicht angegeben ist. Wenn auch die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe auf dem Meere viel geringer ist, als auf dem Lande, darf man doch annehmen, daß dieselbe in dieser bedeutenden Höhe größer ist, als an der Meeresoberfläche in der Nähe der Küste.

[1]) Die Übertragung des Anemometers zu Borkum auf den alten Leuchtturm geschah erst viel später.

Auf der ganz freien Wiese in Nauen ist nach Hellmann die mittlere Geschwindigkeit in 16 m Höhe 48 % größer, als 2 m über dem Boden. Dines fand sie 13 m über einem Dach, je nach der Richtung, 25 % bis 40 % größer, als 3 m über diesem. Es brauchen also nicht viele Meter zwischen der Schicht, aus der die Schätzungen, und der, aus der die Messungen entnommen sind, zu liegen, um 25 % Geschwindigkeits-Unterschied zu bedingen.

Daß die hohen Geschwindigkeiten in der Tat wohl vorwiegend diesen neuen Anemometern zu verdanken sind, deren Vorzug eben ihre Eignung zu sehr freier Aufstellung ist, dafür möge die Reihe G sprechen, die zum Teil an denselben Orten, aber mit Schalenkreuzen, gewonnen ist. Sie ist hier nach der Formel 0.9 + 2.1 v berechnet, etwas anders als im »Archiv der Deutschen Seewarte«, 1898, Nr. 5, S. 15. Die Gründe dafür sind aus Simpsons Bericht (Official No. 180, 1906) Anm. auf S. 8 und dem Anhang von Dines dazu, S. 50, zu entnehmen. An dieser Stelle soll die Reihe nur zeigen, daß es auch englische Zahlenreihen in dieser Frage gibt, die mit der meinigen nahe zusammenfallen, ja hinter dieser selbst bei den hohen Geschwindigkeiten etwas zurückbleiben.

Daß die englischen Zahlenreihen D und E bei schwachen Winden ausgesprochen niedrigere Geschwindigkeiten geben, als die meinigen, rührt wohl, mindestens zum guten Teil, daher, daß die Engländer auffallenderweise bei der Reduktion der Anemometerangaben nie die sogenannte Reibungskonstante berücksichtigen. Ob andere Ursachen mitwirken, weiß ich nicht. Die Zahlen der Reihe F ergeben sich aus denen der Reihe D annähernd nach der Gleichung F = 0.9 + 0.78 D; genauer stellt sich der Faktor von D aufwärts etwas abnehmend, bei den Stärken 1 bis 5 zu 0.80, bei den Stärken 8 bis 10 zu 0.76.

Die Zahlen der Reihe F (Köppen), die an der Deutschen Seewarte und einigen andern Instituten in amtlichem Gebrauch sind, sind aus den folgenden vier Einzelmitteln mit gleichem Gewicht gemittelt (vgl. Archiv der Deutschen Seewarte 1898, Nr. 5, S. 15 und 16):

	Beaufort:									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I. Ozean	1.9	3.1	4.8	6.8	8.8	10.2	12.3	14.5	17.3	20.4
II. Deutsche Küste . . .	1.8	3.4	4.9	6.5	8.3	10.0	12.0	14.0	?	?
III. Norwegische Küste . .	1.5	3.2	4.9	6.7	8.7	10.7	12.8	15.1	17.4	19.8
IV. Englische Küste . . .	1.4	2.7	4.6	6.9	9.2	11.5	14.3	17.8	21.2	25.1

Wie man sieht, sind die Reihen I bis III fast identisch; die Reihe IV weicht von ihnen in demselben Sinne, aber weniger ab, wie die neuen Reihen von Simpson und vom Meteorological Office. In dieser Reihe IV ist, nach den notwendigen Umrechnungen, die Reihe von Chatterton mit der alten von Scott vereinigt, der in einer etwas willkürlichen Weise überall die größeren Geschwindigkeiten als die richtigeren bevorzugt hat, und mit derjenigen von Curtis vom Jahre 1897, der bereits, wie Simpson, die Dinesschen Druckrohr-Anemometer benutzt hat.

In der Zahlenreihe F unserer ersten Tabelle sind also auch die wahrscheinlich zu hohen Werte der englischen Vergleiche mit $^1/_4$ des Gesamtgewichts aufgenommen. Ich glaube deshalb, daß für den allgemeinen Durchschnitt der Beobachter gemäßigter Zone — auf Meer und Land — die Zahlen der Reihe F sicher nicht als zu niedrig anzusehen sind, wenn man die mittlere Windgeschwindigkeit in der Schicht, aus der die Schätzung nach der dreizehnteiligen Skala entnommen wird, und in denjenigen Zeiträumen wissen will, in denen die Schätzung geschieht. Diese Schicht dürfen wir als vom Erdboden, bzw. der Gesichtshöhe, oder der Meeresfläche bis zur Höhe der Baumwipfel, Schornsteine und Obersegel reichend annehmen, und diese Zeiträume auf einige Minuten Dauer schätzen. Wir haben also, so lange dies das gewünschte Ziel ist, keinen Grund, von der an der Seewarte angenommenen Skala abzugehen.

Bei den häufigsten Stärkegraden 2 bis 5 fallen die Zahlen der deutschen und der englischen Zahlenreihen ja sehr nahe zusammen; daß aber die Spannung zwischen den niedrigen und hohen Graden auch in der Reihe F eher zu groß als zu klein ist, geht aus einer Betrachtung hervor, die bereits in meinem Aufsatz von 1898 (Archiv der Seewarte, XXI, Nr. 5, S. 2) aufgestellt und von Simpson noch durch die Betonung der Schätzungsfehler verstärkt ist. Sie geht darauf hinaus, daß, wenn zwei Größen, deren Zusammenhang (Korrelation) unvollständig ist, die eine nach dem Wert der anderen geordnet wird, immer die Extreme des Arguments übertrieben, die der anderen Größe (des Kollektivgegenstands) abgestumpft werden. Hier aber ist bei der von mir vorgeschlagenen Methode die Windgeschwindigkeit das Argument, und müssen also deren Extreme mehr oder weniger in den nach ihr hergestellten Reihen D bis G übertrieben, ihre Spannung eher zu groß als zu klein sein.

Auch für die Wirkung des Windes bei der Erzeugung von Meeresströmungen dürfen die Zahlen der Reihe F als maßgebend genommen werden, da es sich hier um mittlere Geschwindigkeit größerer Zeiträume handelt, aus denen die minutenlangen Schätzungszeiten zufällig herausgegriffene Stichproben darstellen; bei gleicher Turbulenz ist es dabei auch gleichgültig, ob wirklich, wie Shaw meint, bei der Schätzung überwiegend die Stöße beachtet werden, da dies bei der Feststellung der Äquivalente bereits zur Geltung gekommen sein muß.

Anders ist es, wenn wir, etwa vom Standpunkt des Bautechnikers, diejenige Geschwindigkeit wissen wollen, die in einem Zeitraum, aus dem Stärkeschätzungen vorliegen, gewisse momentane Druckwirkungen ausgeübt hat. Hier ist es die Geschwindigkeit der Stöße, die wir wissen müssen, und da diese nach Simpson durchschnittlich 30 % größer ist als das Mittel der Stunde, so stellen die Zahlen der Reihe D bei hohen Stärkegraden die Geschwindigkeit dieser Stöße befriedigend dar, während sie bei den niedrigeren Graden viel zu klein dafür sind.

Der Zweck der Bestimmungen des Geschwindigkeitsgrads der Stärkeschätzungen ist ein zweifacher. Einerseits müssen wir geschätzte Werte in Geschwindigkeiten umsetzen, sobald wir ihnen einen physikalischen Sinn geben wollen. Anderseits liefern uns die Vergleiche in manchen Fällen ein Mittel, mit Hilfe von Messungen die Stärkeangaben verschiedener Beobachtungssysteme miteinander vergleichbar zu machen. Dieser umgekehrte Weg ist in Rußland eingeschlagen worden: da dort seit etwa 1871 an den meisten Orten die Windstärke nicht geschätzt, sondern mit der Wild'schen Tafel, wenn auch roh, gemessen wird, für das internationale Telegrammschema aber die dreizehnteilige Schätzungsskala seit 1874 angenommen ist, so wird an der Mehrzahl der russischen Stationen die Windstärke zunächst in Meter per Sek. bestimmt, und dann für das Telegramm in »Beaufort-Grade« umgesetzt, und zwar geschah dies bis vor kurzem nach der äußerst hohen Skala von Scott (Reihe B unserer Tabelle). Das Resultat fiel auch dem Laienpublikum auf und führte zu Anfragen auf der Seewarte: warum in Petersburg stets schwache Winde wehten? Eine Windgeschwindigkeit von 8 m per Sek. galt eben dort als = 3 Beaufort, während sie nach der neueren englischen Skala als zwischen 4 und 5, und nach jener der Seewarte als = 5 betrachtet wird. Die kürzlich erfolgte Annahme der englischen Skala für die erwähnten Umrechnungen auf den russischen Stationen wird also in der Zukunft die Wettertelegramme aus Rußland besser mit den übrigen vergleichbar machen.

Es ist natürlich sehr zu wünschen, daß noch weitere Vergleiche der für die Wettertelegramme in Europa angenommenen Stärkeskala mit gemessenen Windgeschwindigkeiten, besonders in den höheren Stärkegraden und mit möglichst vielen verschiedenen Beobachtern, angestellt werden. Ein Blick auf unsere erste Tabelle zeigt aber, daß es schon ein großer Schritt zur Vergleichbarkeit sein wird, wenn alle Institute zu einer der Skalen D, E und F oder dazwischen liegenden sich bekennen werden, da diese in den häufigsten Graden 3 bis 5 zusammenfallen und bei den übrigen nicht weiter als wie 4 : 5 auseinandergehen, während bis jetzt Unterschiede wie 1 : 3 in der Literatur zu finden waren.

Es wäre selbstverständlich vorteilhafter, wenn wir statt gefühlsmäßiger, der persönlichen Auffassung anheimgegebener Schätzungen überall gemessene

Windgeschwindigkeiten hätten. Allein da diese in der untersten Luftschicht mit der Erhebung über dem Boden so schnell zunehmen, so müßten wir wissen, für welche Schicht sie gelten, und sie untereinander entweder direkt oder durch Reduktion vergleichen können. Dem legt aber nicht nur unsere Unkenntnis, sondern auch die Unklarheit der Fragestellung unübersteigbar scheinende Schwierigkeiten in den Weg. Denn die Unebenheit der unteren Grenzfläche des Luftmeers macht, daß in der Schicht zwischen den Häusern, Bäumen, Hügeln usw. diese Zunahme an jedem Punkte anders ist, und in der freien Luftschicht über ihnen es unbestimmt bleibt, von welchem Nullpunkt wir die Höhe messen sollen. Das hervorragendste Beispiel dieser Unklarheit geben die Anemometer-Aufzeichnungen auf dem Bureau central météorologique zu Paris, da sie die Vergleichsbasis für die höchst wertvollen Aufzeichnungen auf dem Eiffelturm abgegeben haben. Sie haben als Jahresmittel nur 2.15 m per Sek. ergeben (auf dem Eiffelturm 8.7 m per Sek.), obwohl das Anemometer sich 21 m über dem Straßenpflaster befand. Offenbar ragte das Anemometer, trotz seiner bedeutenden Höhe über dem Boden, nur wenig über die unebene Oberfläche des Häusermeers von Paris hinaus; denn dasjenige auf dem Montsouris-Observatorium bei Paris hat, ebenfalls 20 m über dem Boden, ein Jahresmittel von 4.0 m per Sek. ergeben, was sich den an frei gelegenen Anemometern in Norddeutschland und England gewonnenen Jahresmitteln von 4 bis 7 m per Sek. weit besser anschließt. Für Berechnungen über Reibung usw. darf man also beim Vergleich mit dem Eiffelturm die Höhe des Anemometers auf dem Bureau über der Unterlage nicht als 21 m, sondern viel kleiner setzen; wie groß aber sie anzusetzen ist, bleibt bei der so unebenen Grundfläche unbestimmt, was sehr zu bedauern, aber durch die Lage des Eiffelturms in der Stadt bedingt ist. Die fast ideal freistehenden Funkentürme und Antennenträger von Nauen und Eilvese — die an beiden Orten je 250 und 125 m hoch sind — werden uns indessen bald auch in dieser Hinsicht maßgebende Angaben liefern, da deren Ausstattung mit Windmeßapparaten im Gange ist.

Die Tafeln der Meridionalteile.

Von **A. Wedemeyer.**

Die Tafeln der Meridionalteile — die Bezeichnung rührt von Norwood her, der erst von Wrights und Gunters *Tables of Latitude* spricht und dann sagt: I call them Meridionall Parts *(Trigonometrie* S. 95*)* — sind noch kurz vor der Erfindung der Logarithmen berechnet worden. Die Meridionalteile sind dem Zahlenwerte nach gleich den natürlichen Logarithmen der Tangenten multipliziert mit einem beständigen Faktor. Man darf daher sagen, **die Tafel der Meridionalteile von Wright ist die erste logarithmisch-goniometrische Tabelle und die Table of Rumbs von Wright ist die erste Antilogarithmentabelle gewesen.** Aus dieser Tabelle hätte man damals die Logarithmen der Zahlen durch Einschalten ableiten können, da Tangententafeln seit langem vorhanden waren. Die Tafeln bilden die Grundlage für die Seekartenwerke aller Staaten. Aus diesem Grunde darf die Geschichte dieser Tafeln unser Interesse beanspruchen. Die Table of Rumbs, die Wright zwecks Zeichnung der Loxodromen auf dem Globus oder in irgend einer Karte entworfen hatte, ist in Vergessenheit geraten, da sie zur Besteckrechnung ungeeignet war. *W. Ligowski* hat sie in den *Tafeln der Hyperbelfunktionen und der Kreisfunktionen*, Berlin 1890, wieder eingeführt.

Edward Wright hat die Tafel der Meridionalteile zuerst berechnet und an *Thomas Blundevile* gesandt, der sie 1594 in einer kleinen Schrift: *»A new and necessarie Treatise of Navigation«* veröffentlichte. Den Anstoß zur Berechnung hatten die kurz zuvor erschienenen Karten von *Gerhard Merkator* gegeben. Zu jener Zeit waren Methoden zur Berechnung der Logarithmen selbstverständlich noch nicht bekannt. Wright hat also unbewußt die erste logarithmische Tabelle

berechnet, und zwar auf eine Art und Weise, wie sie in diesem Umfange nicht wieder angewendet worden ist. Er addierte die Differentiale der Logarithmen der Funktion, d. i. die Sekanten, und fand dadurch die Logarithmen selbst. Um dies recht zu würdigen, muß man bedenken, daß zu jener Zeit noch niemand an die Infinitesimalrechnung dachte. Durch eine geometrische Betrachtung der Merkatorkarte ist Wright zu diesem Rechenverfahren veranlaßt. Er war sich auch bewußt, daß sein Rechenverfahren noch nicht den genauen Wert lieferte sondern einen etwas zu großen.

Bei der Berechnung kam ihm der Umstand zustatten, daß sich die zu summierende Funktion (die Sekanten) verhältnismäßig langsam ändert und zu Null symmetrisch verläuft. Infolgedessen war der Fehler in der Integralfunktion nicht groß, trotzdem Wright die Sekanten in 10′ Intervall addiert hatte. Fünf Jahre später veröffentlichte er eine neue Tafel, worin er das Intervall der Integranden zehnmal verkleinerte. Der Erfolg war offensichtlich, Wright ist sich aber bewußt, daß er noch nicht den exakten Wert gefunden hat. Auf welche originelle Art er sich bemüht, den Fehler zu verkleinern, soll im folgenden mit erörtert werden. Hätte er zum Vergleich seiner Rechnung Tafeln, die streng richtige Werte liefern, wie z. B. die Tafel von Mendoza y Rios, zur Verfügung gehabt, so zweifle ich nicht, daß er alsbald gefunden hätte, daß er nur die Argumentwerte um $^1/_2$′ zu erhöhen brauchte, um die richtigen Werte fertig vor sich zu sehen. Die von Wright (und W. Snellius 1624) errechneten Werte sind nämlich bis auf 70° Breite die Meridionalteile auf 0,0001 Seemeile genau für die Breiten 0° 0′ 30″, 0° 1′ 30″, 0° 2′ 30″ usw. Heute, nachdem seit 1812 durch *Carl Friedrich Gauss* die Theorie der Mechanischen Quadratur wissenschaftlich begründet ist, ist es ein leichtes, solche Schlüsse a priori zu machen. *Edmund Halley* bespricht 1696 die Möglichkeit der Berechnung der Log nat tang durch Addition der Sekanten und schließt, daß damals eine solche Berechnung nicht mehr nötig war, da die vorhandenen Tafeln bereits in 10″ Intervall diese Funktion enthielten. Er hat die Addition der Sekanten in unendlich kleinem Intervall im Auge. Er stellt Betrachtungen an, wie groß der Fehler wird, wenn man statt des unendlich kleinen Intervalls ein endliches verwendet, gibt aber nicht an, wie man die gefundenen Werte auf die richtigen beschickt, was sich aus seinen Reihenentwickelungen leicht hätte ableiten lassen. Er würde dann eingesehen haben, daß tatsächlich die angewandte Methode die leichteste Art der Berechnung der Log nat tang darstellt und welche Mühe sich die Berechner der ersten Logarithmentafeln hätten ersparen können. *G. D. E. Weyer, Vorlesungen über nautische Astronomie,* Kiel 1871, und *Eugen Gelcich, Studien über die Entwicklungs-Geschichte der Schiffahrt,* Laibach 1882, schreiben noch: Wright berechnete noch die Meridionalteile durch die sehr mühsame Summierung der Sekanten der Breite. Gerade darin, daß Wright auch noch die einfachste Methode zur Herstellung der Tafeln anwandte, liegt sein Verdienst.

Heinrich Bruns, der selbst eine Tabelle 14stelliger Logarithmen berechnet hat, kommt in den *Grundlagen des Wissenschaftlichen Rechnens,* Leipzig 1903, zu dem Schlusse, daß zur Berechnung der natürlichen Logarithmen auf 20 Stellen das an sich höchst kunstlose Summenverfahren die anderen Methoden an Zweckmäßigkeit hinter sich läßt. Für die Berechnung der Meridionalteile gilt dasselbe. Tafeln der Sekanten auf 10 Dezimalen waren im 16. Jahrhundert von *Georg Joachim Rhaeticus* und von *Maurolycus* berechnet. Ich habe sie in 1° Intervall durch einen Oberrealschüler summieren lassen und einige Werte durch direkte logarithmische Rechnung auf 15 Dezimalen geprüft. Die Meridionalteile, in Seemeilen ausgedrückt, waren bis auf 1 oder 2 Einheiten der 12. Dezimale richtig. Dadurch ist die Brunssche Behauptung bewiesen.

Heute kann man sofort sagen, das Intervall muß 1°, 10′, 6′, 1′, 1″ betragen, wenn innerhalb bestimmter Grenzen das Integral eine bestimmte Genauigkeit haben soll. Interessant ist es nun zu sehen, daß man bald nach Wright und Snellius — sehr wahrscheinlich durch Vergleichung beider Tafeln veranlaßt — die richtige Methode fand, die mit dem geringsten Arbeitsaufwand sofort für die Argumente 0° 0′, 0° 1′, 0° 2′, 0° 3′ usw. die wahren Meridionalteile lieferte. Wer

diese Methode ersann, ist nicht bekannt. Wie im folgenden geschildert werden wird, muß wohl *Ralphe Handson* als der Begründer der Methode angesprochen werden. *Edmund Gunter* hat, soweit ich feststellen konnte, die Methode zuerst zur Berechnung der Meridionalteile angewandt. Die nach dieser Methode von *Jansz Corneliß Lastman* im Jahre 1641 berechnete Tafel hat bis heute in vielen nautischen Tafeln Aufnahme gefunden.

Henry Bond soll nach Halley zuerst darauf hingewiesen haben, daß die Meridionalteile die natürlichen Logarithmen der Tangenten sind. Auffällig ist, daß Gunter bei Berechnung der Log tang nicht selbst darauf gekommen ist. Was ich darüber ausfindig machen konnte, soll mitgeteilt werden bei der Besprechung von Gunters Tafel. *Descartes* hatte 1638 und *Evangelista Torricelli* 1640 die logarithmische Spirale behandelt. Durch Vergleichung der loxodromischen Spirale in der Plattkarte, zu deren Zeichnung Wright die Table of Rumbs berechnet hatte, mit der logarithmischen Kurve in einem rechtwinkligen Koordinatennetze wird wahrscheinlich das analytische Gesetz der Spirale gefunden sein. *Gino Loria, Spezielle algebraische und transzendente ebene Kurven* (deutsch von *F. Schütte*), Leipzig 1911, nimmt als Geburtsdatum der logarithmischen Kurve das Dezennium 1635 bis 1645 an. Es ist daher möglich, daß Bond 1645 das analytische Gesetz der Loxodrome gefunden hat. Die Geschichte der Theorie der Loxodrome ist von *Siegmund Günther, Studien zur Geschichte der math. und phys. Geographie,* Halle 1879, ausführlich geschildert worden.

Abraham Gotthelf Kästner, Weitere Ausführung der mathematischen Geographie, Göttingen 1795, widmet den »Loxodromien und Seekarten mit wachsenden Graden« das sechste, 139 Seiten starke Kapitel. Er bespricht ausführlich die Berechnung der Tafeln der Meridionalteile für die Kugel und für das Sphäroid, ferner einige der damals vorhandenen Tafeln und die geometrischen und analytischen Methoden zur Ermittlung von $\int \sec \varphi \cdot \partial \varphi$. Kästner ist in seinem Urteile sehr vorsichtig; er vergleicht seine Rechnung mit den Tafeln von Wright, Snellius und Patoun und sagt dann: »wenn ich mich nicht verrechnet habe«.

Unter dem Titel *»Zur Geschichte der Meridionalteile«* hat *Joseph Bathe* in Ann. d. Hydr., 1915, S. 425 ff. eine Anzahl mathematischer und nautischer Tafeln zusammengestellt, in denen Tafeln der Meridionalteile für die Kugel und das Sphäroid enthalten sind. Auf die Frage, »welche Tafel der Meridionalteile der Wahrheit am nächsten kommt«, hat er nicht eingehen können. Er gibt aber Auszüge aus den Tafeln von *Wright, Snellius, Dechales, Moore* und *Mendoza* und knüpft daran kritische Bemerkungen. Im folgenden sollen nun Ergänzungen und Berichtigungen zu diesen Arbeiten mitaufgenommen werden. Der Hauptzweck meiner Arbeit ist, den Wert der vorhandenen Tafeln der Meridionalteile festzustellen.

Eduard Wright und *Snellius* wenden bei der Berechnung der Tafeln das gleiche Verfahren an. Sie addieren die Sekanten der aufeinanderfolgenden vollen Minuten. Sie tabulieren die Meridionalteile von Minute zu Minute der Breite auf 0,0001 Seemeile.[1]) Durch Vergleichung der Zahlen in beiden Tafeln stellt Bathe folgendes fest: »Die Snelliusschen Zahlen stimmen, wie man sieht, in den Dezimalstellen mit den Wrightschen nicht überein. Während die Differenzen der Meridionalteile, also die Sekanten der aufeinanderfolgenden Minuten, bei Wright ständig ansteigen (ein Vergleich zeigt, daß sie mit den Zahlen der Sekantentafel des Pitiscus von 1612 genau übereinstimmen), wechseln sie bei

[1]) Bathe wünscht statt des Ausdrucks »Seemeile« die Bezeichnung »Äquatorminute«. Beide Ausdrücke sind mindestens gleichberechtigt. »Seemeile« deutet an, daß man es mit einem bekannten Streckenmaß zu tun hat, während »Minute« ein Winkelmaß ist. Schon aus diesem Grunde gebe ich der »Seemeile« den Vorzug. »Großkreisminute« wäre jedenfalls berechtigter als »Äquatorminute«. Großkreis« würde immerhin andeuten, daß die Zahlen einmal mit der Kugel in Beziehung gestanden haben. »Bogenminute« pflegt man solche Größen meist zu nennen, um sie von »Zeitminuten« zu unterscheiden. Die Seemeile ist eine Bogenminute auf einer Kugel mit bestimmtem Halbmesser. Kästner schreibt schon 1795: Bey dem Winkel ZKC kömmt nichts darauf an, ob der Bogen ZC, der ihn mißt, mit dem Halbmesser des Äquators beschrieben ist, oder mit jedem anderen, z. E. hier mit einer geraden Linie, so lang als der Quadrant des Meridians.«

Snellius in mannigfaltiger Weise, nehmen bald zu, bald ab. Letzterer erklärt, er habe, um Irrtümer zu vermeiden, die Rechnung zweimal ausgeführt, einmal mit Hilfe der Sekantentafel von Thomas Finckius, dann mit Hilfe der Tafel von Barth. Pitiscus. Wenn man die Meridionalteile selbst der beiden Tafeln von Wright und Snellius mit denen von Mendoza vergleicht, so erhält man folgendes Bild:

Breite	W—M.	S—M.	Breite	W—M.	S—M.	Breite	W—M.
10°	—0′.02	+0′.01	40°	+0′.07	+0′.15	70°	+0′.76
20°	—0′.01	+0′.03	50°	+0′.13	+0′.28	80°	+2′.14
30°	0′	+0′.07	60°	+0′.34	+0′.50		

Da das Annäherungsverfahren, das sowohl Wright als Snellius anwenden, für alle Breiten etwas größere Werte als die genau richtigen liefern muß, so erkennt man den Erfolg, den Snellius durch die doppelte Rechnung erzielt hat.«

Auffällig war mir dabei, daß die Wrightschen Tabellen genau nach Pitiscus Sekantentafel gerechnet sein sollen, während Snellius nach Pitiscus und nach Finck gerechnet hat. Da die Ergebnisse der Rechnungen nicht übereinstimmen, muß Snellius fehlerhaft addiert haben, denn daß die Tafeln von Finck und Pitiscus übereinstimmen, wenigstens soweit es für diese Addition in Frage kommt (vierstellige Werte), war mir lange bekannt. Die Werte Snellius-Mendoza zeigen aber, daß die Tafeln von Snellius größeres Vertrauen verdienen, als die von Wright. Ein Vergleich der Differenzen in der Wrightschen Tafel mit den Sekanten in der Tafel von Pitiscus von 1600 (fünfstellig), 1605 (siebenstellig) (die Ausgabe von 1612, die Bathe anführt, kann gar nicht in Betracht kommen, da Wright seine Tafel schon 1610 veröffentlicht hat) erwies, daß sich Bathe geirrt hat.

Wright hat von den siebenstelligen Zahlen der Sektantentafel, wie er selbst angibt, die letzten drei Ziffern einfach gestrichen, gleichgültig, ob sie 000 oder 999 lauteten. Den Grund für dies ungewöhnliche Verfahren hat man in folgenden Worten Wrights zu suchen: »saving that in this table we have of purpose omitted in every *secans* the 3 first ciphers next the right hand: not only for the easier, but also for the truer making of the table, because that indeed, at every point of latitude, a minute of the Meridian in this Nautical planisphaere, hath somewhat lesse proportion to a minute of the Parallel adjoining towards the Aequinoctial, then the secans of that Parallels latitude hath to the whole sine.« Für die nautische Praxis sind die Tafeln genau genug, wer sie genauer wünscht, mag sie nach Joachimus Rheticus Canon magnum triangulorum selbst berechnen. Herr Bathe berichtet hierüber nichts, trotzdem dieser Umstand für die Herstellung der Tafeln recht wesentlich ist; Kästner dagegen berichtet ausführlich über diese Rechnungsart. Auch *Breusing* scheint diese Bemerkung Wrights entgangen zu sein *(Das Verebnen der Kugelfläche,* Leipzig, Wagner & Debes, 1892, S. 40), oder er hat sie nicht mitgeteilt, da Wrights Ansicht, durch die Vernachlässigung der Dezimalen der Wahrheit näher zu kommen, zwar richtig ist, aber, wie später gezeigt werden wird, belanglos ist. Wie leicht ersichtlich, müssen die Zahlen bei Wright von Grad zu Grad um $60 \cdot 0.00005 = 0.0030$ gegen die Zahlen bei Snellius zu klein sein. Jede einzelne Zahl ist im Durchschnitt um 0.00005 zu klein, da alle Ziffern von 000 bis 999 in der Sekantentafel vorkommen müssen. Bei 60° Breite, also nach Addition von 3600 Sekantenwerten, müssen die Zahlen bei Snellius um $3600 \cdot 0.00005 = 0.180$ größer sein als bei Wright, falls beide richtig addiert haben. Dafür müßte die obige Tabelle den Beweis erbringen. Wie man sieht, ist das nahezu der Fall. Die Abweichungen der Tafeln beweisen aber, daß entweder Snellius oder Wright nicht richtig addiert hat. Bathe zieht folgenden Schluß: »Für die praktische Anwendung der Tafeln sind die vielen Dezimalstellen zwecklos, abgesehen davon, daß das Wrightsche Verfahren auch nur ein Näherungsverfahren ist, das eine so weit gehende Genauigkeit gar nicht zuläßt.« Hätte Wright nicht die letzten drei Ziffern abgestrichen, sondern bei fünf und mehr Einheiten der fünften Stelle eine

Erhöhung der vierten Stelle, wie Snellius getan hat, vorgenommen, so wären die Tafeln mit soviel Dezimalstellen berechtigt gewesen, denn das Verfahren läßt solche Genauigkeit zu. Die Zahlen der Wrightschen Tafeln wären dann unmittelbar die Meridionalteile für jede halbe Minute des Argumentes gewesen, also statt 30° 0′, 1′, 2′ im Argument müßte es heißen 30° 0′ 30″, 1′ 30″, 2′ 30″. Wie ich später nachweisen werde, sind diese Zahlen bis 70° genau um 0.5 zu klein. Ohne Kenntnis der höheren Analysis kann man diesen Schluß sofort machen, wenn man aus Bathes Bericht erfahren hat, daß die Addition von sec $^1/_2$′, sec $1^1/_2$′ usw. die richtigen Werte der Meridionalteile für 1′, 2′ usw. ergibt.

Wrights erste Tafel ist in *Blundeviles A new and necessarie treatise of Navigation* veröffentlicht. Mir war nur »*His exercises*« London 1613, zugänglich. In diesem Sammelwerk wird der Verfasser auf dem Haupttitel *Blundevile* genannt, während auf zwei Untertiteln »*Blundevill*« steht. Nach Bathe soll der Verfasser *Blundevil* oder *Blundeville* genannt sein, was nicht zuzutreffen scheint.

Die Tafel von Wright scheint nicht häufig abgedruckt zu sein, nachdem *Simon Stevin* 1605 auf Fehler in der Tafel hingewiesen hatte. Stevin druckt aber nach seiner eigenen Angabe die Tafel von Wright ab, nur die letzten Werte hat er, ohne einen Grund anzugeben, geändert. *Anthonie Lynton, Newes of the Complement of the art of navigation,* London 1609, schreibt: »Edward Wright, which book I have seene, but never read the same.«

Js. Bapt. Riccioli, Geographiae et Hydrographiae reformatae etc., Bononiae 1661, X. Buch, S. 492, bringt die Tafel von Wright, S. 496 aber die loxodromische Tafel von Metius. Die große Encyclopädie von *Alstedius* (Herbornae 1620 und 1630) erwähnt weder Mercator noch Wright.

Christianus Martini Anhaltin (Slot en Sleutel van de Navigation ofte Groote Zeefahrt, Amsterdam 1659) beschreibt nur die Anwendung der Tafel, nicht ihre Herstellung. In der Tafel der vergrootende Breedte aus der angehängten Sammlung: *Oprechte en Waerachte Ruytkaert van de groote Zeevaert,* stimmen die Werte für je 20′ Breite mit Wright überein, sonst weichen die zehntel Seemeilen in steigendem Maße ab. Die charakteristischen Rechenfehler von Wright finden sich nicht. Bei 88° 20′ tritt jedoch derselbe Fehler wie bei Wright auf. Für die einzelnen Minuten hat Anhaltin linear eingeschaltet. Für 89° 59′ gibt er 323490 während Wright 323485.3 angibt. Es scheint also eine Neurechnung nach Wrights Methode stattgefunden zu haben, wenn sie auch nicht von Anhaltin ausgeführt ist. Der Unterschied von 0,5 bei 88° 0′ deutet darauf hin, daß man Wrights Vernachlässigung der fünften Dezimale der Sekante nicht übernommen hat. Immerhin ist der Unterschied zu groß, da er nur 0.26 betragen sollte. Wahrscheinlich ist, daß man inzwischen die Sekanten von Minute zu Minute mit nur einer Dezimale aufgerechnet hatte.

Kelly (The modern navigators compleat tutor or a treatise of the whole art of navigation in its theory and practice, London 1733) gibt die M. P. von 5′ zu 5′ bis 84° 55′. Er nimmt die Zahlen aus Wright und streicht die zehntel Seemeilen, also 8741 für 8741.52 und 10140 für 10140.92; für 79° hat er aber 8048 statt 8047.59 und für 80° 8376 statt 8377.34. Er hat nur für volle und halbe Grade die Werte entnommen, für die zwischenliegenden Minuten schaltet er linear ein.

Henry Wilson hat nach Bathes Bericht noch im Jahre 1752 die Tafel von Wright. Eine Bestätigung dieser Mitteilung habe ich nicht gefunden.

Begründung einer strengen Untersuchung der Tafeln von Snellius. Die Differenzen in den Tafeln von Snellius stimmen genau mit den Sekanten in Pitiscus überein, wie ich durch Stichproben feststellte. Ich habe dann durch Anwendung der Integralrechnung die Werte des Integrals $\int_0^{\varphi} \sec\varphi \, d\varphi$ aus den Tafeln von Wright, Snellius, Lastman, Dechales festgestellt, denn nur auf diese Weise erhält man mit geringstem Arbeitsaufwand ein sicheres Urteil über den Wert dieser Tafeln. Die Bemerkung, die Tafel Wright 1594 sei »vielleicht mit einem Intervall von zehn Minuten« der Breite gerechnet, beweist, daß Bathe

eine solche Untersuchung nicht ausgeführt hat, obgleich sie nur kurze Zeit beansprucht hätte. Ferner sagt Bathe über die Tafel von Dechales: »Weil er mit ganzen Graden fortschreitet, sind die so berechneten Meridionalteile natürlich beträchtlich kleiner als die genau berechneten«. Nach der Aufstellung von Bathe beträgt der Fehler bei 50°: 16′, 60°: 89′, 70°: 117′. Solche Fehler sind, wie eine rohe Überschlagsrechnung zeigt, ganz ausgeschlossen, wenn der Verfertiger der Tafeln richtig addiert hat. Im folgenden soll der Beweis für meine Behauptung erbracht werden. Die Tafeln von Snellius sind zuverlässig. $70 \cdot 60 = 4200$ vierstellige Werte zu addieren, ist an sich keine große rechnerische Leistung. Daß sie richtig addiert sind, ist ein Beweis für die Sorgfalt des Holländers, der die Tafeln verfertigt hat. Bei Wright dagegen finden sich mehrere Rechenfehler.

Man kann nun der Ansicht sein, daß eine solche Untersuchung keinen Zweck habe. Bathe führt aber die Berechnung der Tafeln der Hydrographic Offices in Washington und London vor und zeigt, daß diese Tafeln mit sieben- und achtstelligen Logarithmen gerechnet werden mußten, um die dritte Dezimalstelle im Endwert noch sicherzustellen. Die Berechnung ist direkt nach der Formel

$$M = a \cdot \log \text{nat} \operatorname{tang} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$$

erfolgt. Diese Arbeit ist zwar für einen geübten Rechner nicht schwierig; die bei dieser Rechnung nötigen Einschaltungen aber erfordern allein mehr Zeit, als die Ermittlung des Integrales mit Hilfe der Snelliusschen Tafeln. Der durch die direkte achtstellige Rechnung erzielte Gewinn an Genauigkeit ist so gering, falls die Tafeln von Snellius richtig sind, daß man sich die Mühe der direkten Rechnung hätte ersparen können. Wenn die seit 300 Jahren bestehenden Tafeln richtig sind, so müssen sie unbedingt bessere Werte für die Meridionalteile ergeben, als durch siebenstellige Rechnung geliefert werden kann. Bei siebenstelliger Rechnung muß man in der letzten Ziffer — also bei den Meridionalteilen in der dritten Stelle nach dem Komma, d. i. 0.001 Sm — mindestens auf einen Fehler von einer Einheit gefaßt sein. Wie ich zeigen werde, sind die Tafeln von Snellius so gut gerechnet, daß man ihnen die Meridionalteile auf zwei Einheiten der vierten Dezimale, also 0.0002 Sm, entnehmen kann.

Mendoza y Rios hat 1792 die direkte Rechnung auf zwei Dezimalen der Seemeile durchgeführt. Mendoza war die Lehre von der mechanischen Integration noch nicht bekannt. Soweit ich richtig unterrichtet bin, geht die wissenschaftliche Begründung dieser Lehre auf Gauss und Encke zurück. Daß man in Washington und London noch 1869 und 1910 eine derartig umfangreiche Rechnung ausgeführt hat, beweist, daß man entweder über die Existenz der Snelliusschen Tafeln nicht unterrichtet war, oder daß man die Zuverlässigkeit dieser Tafeln nicht geprüft hat, oder daß (was das wahrscheinlichste ist) man die mechanische Integration (Quadratur) nicht hat anwenden wollen oder können. *Oppolzer* bedauert in seinem Lehrbuch: *Bahnbestimmung der Planeten und Kometen,* daß die mechanische Quadratur so selten angewandt wird. Bekannt ist auch, daß manche Rechner sie nicht anzuwenden wagen, weil sie zu dem Ergebnis kein Zutrauen haben. Zu solch irrigen Anschauungen werden sie geradezu durch die Beispiele in den mathematischen Lehrbüchern verleitet. Daß die Methode fehlerhaft angewandt oder daß die Beispiele falsch gerechnet sind, kann man nicht der Methode zur Last legen. Sieht man z. B. in *H. v. Sanden, Praktische Analysis* (Leipzig und Berlin 1914, B. G. Teubner), daß sogar bei der Ermittlung von

$$\log x = \int_{x=1}^{x=2} \frac{\partial x}{x}$$

mit Hilfe der mechanischen Integration schon nach nur 10 Additionen der Fehler vier Einheiten der letzten Stelle im log x ausmacht, so muß man auf einen sehr großen Fehler gefaßt sein, falls man, wie bei Herstellung einer Tafel der Meridionalteile nötig ist, 5400 Additionen vornehmen muß. In dem angezogenen Beispiel war die Ermittlung von $\frac{\partial x}{x}$ im Kopfe ausführbar, da $\partial x = 0.1$ gesetzt

ist und das Argument von 1.0 bis 2.0 in 0.1 Intervall fortschreitet. Der Wert $\frac{0.1}{2.1}$ ist aber in dem Beispiel fehlerhaft angegeben, mithin kann auch das Integral $\int_{x=1}^{x=2}\frac{\partial x}{x}$ nicht richtig sein. Außerdem wird das Integral durch Summierung von Teilintegralen gewonnen, ein Verfahren, das nicht geeignet ist, die Genauigkeit des Ergebnisses zu erhöhen.

Elementare Ableitung der Formel für die Meridionalteile. Prof. Kummer hat einmal geäußert, man müsse nicht reine und angewandte Mathematik sagen, sondern reine und schmutzige Mathematik. Daraus ersieht man, welche Abneigung bei den Mathematikern gegen die angewandte Mathematik, also auch gegen die mechanische Integration, die ein Zweig davon ist, herrscht. Noch deutlicher spricht sich *Dr. Emil Haentschel*, Professor an der Kgl. Technischen Hochschule und am Köllnischen Gymnasium zu Berlin, in einem kleinen, vorzüglich gearbeiteten Buche: *Das Erdsphäroid und seine Abbildung* (Leipzig 1903, B. G. Teubner) über diese Frage aus. Er schreibt S. 127: »Irgendein mit dem Geiste der höheren Mathematik wenig vertrauter Autor hat geglaubt, unsere letzte Gleichung

$$\frac{dy}{A} = \sec\frac{\mathfrak{y}}{A}\cdot d\left(\frac{\mathfrak{y}}{\mathfrak{A}}\right)$$

dadurch elementarisieren zu können, daß er dieselbe schreibt:

$$\frac{y}{A} = \sec 1' + \sec 2' + \sec 3' + \sec 4' + \;.\;.\;.\;.$$

und nun behauptet, die höhere Analysis wäre imstande zu zeigen, daß die rechte Seite

$$= \ln \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\mathfrak{y}}{2A}\right)$$

sei. Es ist dies auf jeden Fall falsch, da

$$\sec 1' + \sec 2' + \sec 3' + \sec 4' + \;.\;.\;.\;.$$

eine Summe darstellt, deren Summanden ihrem Werte nach eine diskontinuierliche oder unstetige Folge bilden, womit die höhere Analysis, im besondern die Lehre vom Integral, nicht bloß nichts zu tun hat, nein, was sie ganz besonders von der Betrachtung ausschließt.« Damit wird offenbar die Lehre von der mechanischen Integration nicht als ein Zweig der höheren Analysis und der Integralrechnung bezeichnet, denn die mechanische Integration ermittelt gerade durch solche Summen die Integrale, und zwar meist dann, wenn die direkte Integration einer Funktion von den Mathematikern nicht geleistet werden kann!

L. Natani, Die höhere Analysis in 4 Abhandlungen, Supplement zu den Lehrbüchern der Differential- und Integralrechnung, Berlin 1866, behandelt mehrere Methoden der mechanischen Integration und sagt, daß diese Methoden noch nicht versagen, wenn die üblichen Reihenentwicklungen versagen. Er betrachtet also die mechanische Quadratur als einen Zweig der höheren Analysis und der Integralrechnung. Das *Lehrbuch der Navigation,* herausg. vom Reichs-Marine-Amt, Berlin, sagt daher mit Recht, durch Integralrechnung läßt sich zeigen:

$$1'\left\{\sec\tfrac{1}{2}' + \sec\tfrac{3}{2}' + \sec\tfrac{5}{2}' + \;.\;.\;.\;.\; \sec(\varphi - \tfrac{1}{2}')\right\} = \log\operatorname{nat}\operatorname{tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$$

In der Anlage 1 soll nun durch die mechanische Integration und durch die elementare Analysis gezeigt werden, wie man den Wert des Integrals $\int_0^\varphi \sec\varphi\,\partial\varphi$ findet. Ich darf dabei nicht unerwähnt lassen, daß 1696 Halley *(Philosophical Transactions,* London, Vol. XV, Nr. 1) den Weg dies zu zeigen gewiesen hat, wie bereits in Klügels Mathematischem Lexikon angegeben ist. In neuerer Zeit hat *J. A. Grunert (Elementare Darstellung der Lehre von den unendlichen Reihen.* Archiv der Mathematik und Physik, 23. Teil, 1854) das Integral elementar behandelt. Halley zieht aber aus seinen Untersuchungen fehlerhafte Schlüsse.

Holzmüller hat im 1. und 2. Bande seiner Stereometrie (Leipzig, Göschen 1900—1902) und in der Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht, Jahrg. 31, S. 337—340 das Gesetz der Merkatorprojektion elementar behandelt. *Dr. Haentschel* bemerkt dazu (Erdsphäroid, S. 128), daß Holzmüller auf schnellere Weise zum Ziele gelangt wäre, wenn er eine Bemerkung Breusings *(Das Verebnen der Kugeloberfläche,* Leipzig, 1892) beachtet hätte, wonach Halley den von Holzmüller eingeschlagenen Weg schon beschritten hätte. »Es ist mir nicht möglich gewesen, diese Notiz nachzuprüfen . . . Im Gegenteil; ich benutze diese Gelegenheit, um zu betonen, daß literarische Notizen und bloße Hinweise auf Schriften und Bücher, die nicht mehr allgemein zugänglich sind, wertlos sind.« Breusing sagt auf S. 40 ausdrücklich: »Den Beweis lieferte Halley mit Hilfe der stereographischen Projektion. Die folgende Darstellung schließt sich ihm teilweise an.«

Willibrord Snellius à Royen, Rudolphi Filius, hat eine Tafel der Meridionalteile unter der Überschrift: Tabulae canonicae parallelorum, in einem Werke veröffentlicht, das den Titel: *Tiphys Batavus, sive Histiodromice, Lugduni Batavorum 1624,* führt[1]). Das Argument schreitet von 1′ zu 1′ der Breite fort bis 70°. Die Tafelwerte sind auf $^1/_{10000}$ Sm angegeben. Die Berechnung geschah nach der Formel:

$$\text{M. P. } \varphi = \sec 0^\circ\, 0' + \sec 0^\circ\, 1' + \sec 0^\circ\, 2' + \ldots\ldots \sec(\varphi - 1'),$$

wie aus den mitgeteilten Rechenbeispielen, wovon zwei in *Ann. d. Hydr. 1915,* S. 435 wiederholt sind, ferner aus der Anordnung der Tafel selbst hervorgeht. S. 10/11 berechnet er die Strecke 52° 0′ bis 52° 20′. Er sagt: 52° excl. und beginnt mit 52° 1′ die Sekanten aufzurechnen. Die Arbeiten von Wright waren dem Verfasser bekannt, wie er auf S. 44 in der »Anrede an den Leser« erzählt. Nach Verbesserung der Druckfehler, die am Schluß der Einleitung mitgeteilt werden, stellte ich durch eine Anzahl Stichproben fest, daß die Differenzen der Tafelwerte genau den vierstelligen Sekanten entsprechen. Um eine unabhängige Kontrolle durchführen zu können, mußte ich einige Integralwerte durch direkte logarithmische Rechnung bestimmen, da die Tafel von *Möllinger* die Meridionalteile nur auf $^1/_{1000}$ Sm gibt. Zur Berechnung genügen achtstellige Logarithmen nicht, da die zu ermittelnden Zahlen achtstellig sind und ein Fehler von einer Einheit der achten Stelle des Logarithmus einen Fehler von 1.3 Einheiten der achten Stelle der zugehörigen Zahl hervorruft. Wenn die Addition der Sekanten rechnerisch richtig durchgeführt ist, geben die Endwerte der Tafel, also etwa bei 70°, dafür den sichersten Beweis. Die bequemen achtstelligen Logarithmentafeln von Bauschinger und Peters hatte ich erst zu einer angenäherten Probe benutzt. Der logarithmisch-trigonometrischen Tafel auf elf (bzw. zehn) Stellen von C. Börgen, Leipzig 1908, entnahm ich dann die log tang 79° 0′, 10′, 20′, 30′, 40′, 50′, 60′, da die trigonometrische Tafel die Werte nur von 10′ zu 10′ gibt. Zu diesen Zahlen ermittelte ich die zehnstelligen Logarithmen und addierte den beständigen Logarithmus 3.89848957149. Die zu diesen Summen gehörigen Zahlen sind die Meridionalteile für 68° 0′, 20′, 40′, 69° 0′, 20′, 40′, 70° 0′. Durch Einschalten in die Mitte unter Berücksichtigung fünfter Differenzen erhielt ich die Zwischenwerte für 10′, 30′, 50′. Da die log tang nur auf fünf Einheiten der elften Stelle richtig sind, können die ermittelten Zahlen um eine Einheit der zehnten Stelle fehlerhaft sein[2]). Dann bildete ich aus der Summenreihe des Tiphys Batavus die Integralwerte nach der in der Anlage 1 gegebenen Formel. Da die untere Grenze des Integrals a ist, ist das erste Glied der Summenreihe = — 0.5000. Durch Abrundung sind die summierten Zahlen der Tafel um höchstens 0.00005 fehlerhaft. Um einen strengen Vergleich zu erzielen, habe ich deshalb bei Bildung des Integrals noch die fünfte Dezimale mitangesetzt. In der Tabelle 1 sind die gefundenen Werte und ihre Unterschiede zusammengestellt.

[1]) Tiphys war Steuermann auf der Argo. Tiphys Batavus etwa = holländischer Steuermann nach *Willi Böttger,* Landsberg.

[2]) Kästner empfichlt statt der logarithmischen Rechnung die Vervielfältigung unmittelbar auszuführen mit einem Einmaleins des Faktors a, wie es bei der Verwandlung von gemeinen in Briggiesche Logarithmen üblich ist.

Tabelle 1.

Breite	Direkte Rechnung	Snellius	Wd-Sn	Wright	Wd-Wr	Wd-Me
68° 0′	5630′.81842	5630′.8182·7	+ 0′.0001·5	5630′.63	+ 0′.19	0′.00
10	5657′.60964	5657′.6094·6	1·8	5657′.42	19	00
20	5684′.59619	5684′.5959·9	2·0	5684,.41	19	00
30	5711′.78101	5711′.7807·9	2·2	5711′.59	19	00
40	5739′.16733	5739′.1671·4	1·9	5738′.98	19	00
50	5766′.75839	5766′.7582·5	1·4	5767′.57	19	00
69 0	5794′.55752	5794′.5573·4	1·8	5794′.36	20	00
10	5822′.56810	5822′.5678·9	2·1	5822′.37	20	00
20	5850′.79363	5850′.7934·2	2·1	5850′.59	20	00
30	5879′.23775	5879′.2375·4	2·1	5879′.04	20	00
40	5907′.90389	5907′.9037·4	1·5	5907′.71	19	00
50	5936′.79601	5936′.7958·3	1·8	5936′.60	20	00
70 0	5965′,91787	5965′.9177·1	1·6	5965′.72	20	00

Daraus geht hervor, daß der Tiphys Batavus die beste bis jetzt vorhandene Tafel der Meridionalteile enthält, denn sie weichen von den wahren Werten nach Summation von 4200 Gliedern nur um zwei Einheiten der vierten Dezimale ab. Mit welcher geringen Mühe die wahren Werte zu ermitteln sind, zeigt folgendes Beispiel:

	$If(a + \frac{i}{2} w)$	$f(a)$	$f^I(a + \frac{i}{2} w)$	
68° 59′	5790′.3740			
		2′.7883		$If(a + \frac{i}{2} w) = 5793'.1623$
69° 0′	5793′.1623		0′.0021	$\frac{1}{2} f(a) = + 1'.3952$
		2′.7904		$\frac{1}{12} f^I(a + \frac{i}{2} w) = - 0'.0001.75$
69° 1′	5795′.9527			M. P. 69° 0′ = 5794′.5573·25

Die aus dem Tiphys Batavus entnommenen Werte der ersten Summenreihe sind bereits um das Anfangsglied, das — 0.5000 ist, gekürzt. In der Vergleichstabelle ist die fünfte Dezimale mit 4 angesetzt, da ich als f(a) nicht die Differenzen der Tafelwerte, sondern die Sekanten von 68° 0′ bis 70° 0′ mit fünf Dezimalen angeschrieben hatte, also 2.79043 statt 2.7904.

In der Tabelle sind auch die aus Wrights Tafel gebildeten Integrale auf zwei Dezimalen aufgenommen. Die Spalte Wd-Wr bestätigt, was Wright über die Herstellung der Tafel gesagt hat. Er hat 4200 Zahlen addiert, also ist der zu erwartende Fehler etwa $4200 \cdot 0.00005 = 0.21$. Die letzte Spalte der Tabelle gibt den Vergleich mit Mendozas Tafel. Für 69° 60′ steht dort 5965.91, aber für 70° 0′ 5965.92.

Um eine Übersicht über die ganze Tafel von Snellius zu haben, errechnete ich noch direkt die Meridionalteile für 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70° und verglich sie mit den aus dem Tiphys Batavus folgenden. Tabelle 2 bringt das Ergebnis:

Tabelle 2.

Breite	Direkte Rechnung	Möllinger	Snellius	Wright	Wd-Sn	Wd-Wr
10°	603′.0695·8	′.070	′.0695·1	′.0397·8	+ 0′.0000·7	+ 0′.0298·0
20	1225′.1390·5	.139	.1388·8	.0971·0	1·7	0419·5
30	1888′.3754·2	.375	.3753·3	.2994·3	0·9	0759·9
40	2622′.6902·0	.691	.6900·8	.6031·7	1·2	0870·3
50	3474′.4728·7	.481	.4727·2	.3265·9	1·5	1462·8
60	4527′.3677·6	.368	.3677·2	.2105·2	0·4	1572·4
70	5965′.9178·7	.918	.9177·1	.7190·0	1·6	1988·7

Die Spalte Wd-Sn zeigt, daß die Tafel von Snellius sehr zuverlässig ist, die Spalte Wd-Wr dagegen, daß die Wrightsche Tafel durch Rechenfehler verunstaltet ist. Für 20° 0′ müßte in der Tafel stehen 1225.1092 statt 1225.1292; entsprechend sind alle folgenden Werte um 0.02 zu kürzen. Bei 22° 13′, 14′, 15′ lies ·080, ·883, ·687 statt ·070, ·873, ·677; offenbar Druckfehler, da die folgenden Werte richtig sind.

Aus dem obigen Beispiel ersieht man, daß $f^1(a + \frac{i}{2} w)$, d. i. die ersten Differenzen der Sekanten, sehr klein sind. Daraus folgt sofort, daß die im Tiphys Batavus mitgeteilten Werte, vermindert um 0.5, die richtigen Werte für die um $1/2$ Minute erniedrigten Argumente sind. In der Wrightschen Tafel ist dagegen der um 0.5 vermehrte Tafelwert der richtige Wert für $(\varphi + 1/2')$.

Adrian Metius, Primum Mobile, Amsterdam 1633, bringt Tom. 1 (1632) *De Doctrina sphaerica,* S. 189 ff. die loxodromischen Tafeln. Tom. 3, Liber 3, S. 244 beschreibt er die Herstellung des Canon Parallelorum aus Tiphys Batavus. Er bringt auch dasselbe Beispiel für 53° 0′ bis 53° 10′. Da die Bedeutung der Zahlen im Tiphys Batavus ihm nicht deutlich genug geschildert zu sein scheint und die Autoren die Tabulierung verschieden gestalten, sagt er bei der Anweisung der Berechnung: »ita ut parallelus, qui per 59 minutorum educitur, sit ipsi sexagesimus« usw. Nach Tom. 3 folgt: Canon Parallelorum ex singulorum minutorum Secantium additione conflatus. Die Meridionalteile sind von 2′ zu 2′ auf $1/10$ Sm gegeben bis 74° 60′. Er hat sie dem Tiphys Batavus entnommen. Nach *Jerome Lalande (Abrégé de Navigation,* Paris 1793) ist Metius der erste, der 1630 loxodromische Tafeln eingeführt hat. Das ist ein Irrtum, Gunter hat sie schon neun Jahre vor Metius veröffentlicht. Gunter hat als Argument: Breite, als Tafelwert: Länge in Grad und Hundertel Grad, also für 70° : 75,46°. Metius, Riccioli und Dechales geben 75° 46′. Rumb-Tafel des Metius von 1614 siehe unter Rumb-Tafeln.

Giovanni Pagnini, Trattato della Sfera ed Introduzione alla Navigazione etc., Venedig 1750, bringt in der *Tavola Lossodromica* für volle Grade der Breite bis 58° die M. P. in Grad und Minuten ohne Zehntel, die aus Metius Tafeln zu stammen scheinen.

Claude François Milliet Dechales ist wohl der letzte, der die Sekantensummen für volle Grade oder Minuten bildet. Er nimmt, wie Snellius, als Abstand des ersten Parallels sec 0′. Er stellt das Ergebnis im *Cursus seu mundus mathematicus, Tractatus XIX Ars Navigandi Liber VII* in drei Tafeln zusammen.[1]) S. 318 bis 322 unter der Überschrift: Loxodromicae cum differentia longitudinis & milliaribus italicis, Rhom IV, Gr. 45 0, sind von 10′ zu 10′ der Breite bis 70° 0′ die Meridionalteile in Grad und Minuten gegeben, dann folgen die Werte für 71°, 72°, 73°, 74°. S. 355 bis 360 unter der Überschrift: Loxodromicae in terrestria milliaria digestae cum differentia latitudinum et longitudinum, werden dieselben Werte noch einmal zusammengestellt, aber von 70° bis 71° in 10′ Intervall. Die von mir in der ersten Tafel zufällig bemerkten Druckfehler für 40° und 60° sind in dieser Tafel berichtigt. *Riccioli* (S. 67) hat 1661 und *Pagnini* 1750 dieselben Fehler in der loxodromischen Tafel gebracht. Nach Dechales Angabe stammen die Zahlen aus Metius Primum mobile, was ich durch Stichproben bestätigt fand. S. 341 bringt die Tabula Latitudinum crescentium. Die Reihe hat die Überschrift: Magnitudo cujusque gradus. Die Einheit ist $1/10000$ Grad. Dem folgenden Auszug habe ich die Differenzen beigefügt:

[1]) Zuerst gedruckt in Lyons 1674, dann in französischer Sprache 1677. Mir war nur die Ausgabe 1690 zugänglich, die auch Bathe benutzt hat.

		I. Diff.		
		15244	II. Diff.	
50°	576336		313	III. Diff.
		15557		20
51	591893		333	
		15890		20
52	607783		353	
		16243		20
53	624026		?373	
		6616		24
54	630642		?397	
		17013		24
55	647655		421	
		17434		28
56	665089		449	
		17883		28
57	682972		477	
		18360		34
58	701332		511	
		18871		34
59	720203		545	
		19416		39
60	739619		584	
		20000		

Man sieht sofort, daß alle Werte von 54° an um eine Einheit in der zweiten Stelle erhöht werden müssen. Bildet man nach Vornahme dieser Berichtigung die Integrale für 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, so erhält man der Reihe nach:

1888.367; 2622.792; 3474.522; 4527.411; 5965.968,

während die richtigen Werte sind:

	1888.375	2622.690	3474.473	4527.368	5965.918.
Unterschied	+0.008	−0.102	−0.049	−0.043	−0.050.

Wenn Dechales richtig summiert hätte, müßten die Differenzen ± 0.003 betragen. Der Wert für 35° muß sein 372955 statt 372973,
43° « « 475363 « 475372. Von 35° bis 42° sind alle Werte um 18 Einheiten, von 43° bis zum Schluß um 9 Einheiten zu kürzen.

Diese fehlerhafte Tafel ist in *Introduzione all' arte nautica,* Venedig 1715, von *G. Albrizzi* aufgenommen unter der Überschrift: Tabula Latitudinum crescentium. Die zweite Tafel gibt von 4' zu 4' die »Partes Meridionales« in Grad und Minuten, siehe S. 76. Dechales sagt (S. 238): »Omnes tabulae loxodromicae hactenus propositae erroribus scatent, quare eas iterum supputavi.« Damit sind wohl die sehr fehlerhaften Tafeln von *Georges Fournier,* Hydrographie, Paris 1643, gemeint.

Edmund Gunter veröffentlichte als erster 1620 den Canon triangulorum, worin schon die Briggschen Logarithmen der Sinus und Tangenten auf 7 Dezimalstellen von ihm berechnet sind. Auf die Besteckrechnung hat er Logarithmen nicht angewandt. *Richard Norwood* schreibt in *Trigonometrie or the doctrine of triangles,* London 1631, Gunters Tafel der Meridionalteile sei »a abrigdement of Mr. Wright's tables, every sixth number divided by six and two figures cut of«. (Diese Bemerkung wird auch von Bathe wiedergegeben.) Es war mir nur möglich, die 4. und 5. Ausgabe von *The Works of Edmund Gunter* zu erhalten[1]). Der Herausgeber *William Leybourn*, Philomathematicus, hat die Stellen, die er selbst hinzugefügt hat, deutlich bezeichnet. In dem Buche sind aber »some questions in navigation added by Mr. *Henry Bond*« mitaufgenommen, die nicht besonders bezeichnet sind. Bond hat nach Gunters Tode 1626 die 3. Auflage 1653 besorgt. Das Werk erschien zuerst 1623. Die Tafel der

[1]) Die 5. Auflage 1673 ist fast ein unveränderter Abdruck der 4. Auflage 1662, die ebenfalls von W. L. besorgt ist. In der Tafel der M. P. stehen dieselben Fehler; nur der Wert für 49°.9 ist mit 57.704 angegeben, während (1662) richtig 57.754 angegeben ist. *Samuel Foster* hat seine Zusätze in der 2. Aufl. (1636) deutlich gekennzeichnet. Er bezieht sich schon auf Gunters Tafel und Anweisungen zur Besteckrechnung. Leyburn führt bittere Klage, daß die Arbeiten Gunters und Fosters abgedruckt werden, ohne daß die Verfasser die Quelle angeben.

Meridionalteile steht im First Book of the Sector, Chap. VI, S. 101 bis 106, und hat den Titel: A Table for the Division of the Meridian Line. Sie sind in $^1/_{1000}$ Grad von $^1/_{10}$ zu $^1/_{10}$ Grad der Breite gegeben. In diesem Kapitel wird »the Use of the Meridian Line in Navigation« besprochen. S. 124 bis 131 folgen die bekannten »Rumb-Tables«, wovon die Tabelle »fourth Rumb from the Meridian« dieselben Zahlen auf 2 Dezimalen gekürzt enthält.[1]) Chap. VII, 1, S. 176/177 bringt »How to make a Sea Chart, after Mercators projection«. Im 2. Buch (The Cross-Staff), das auf dem Titel die Bezeichnung »By Edmund Gunter« trägt und mit dem 1. Buch fortlaufend paginiert ist, findet sich im Chap. VI unter der Überschrift »The use of the Lines of Sines and Tangents in Navigation« folgende Stelle (S. 293): »First, we are to know that the Logarithm Tangents from 45 gr. 00 m. upwards, do increase in the same manner, that the Secants added together do, if we account every half degree above 45 gr. 00 m. to be one whole degree to Mercators Meridional Line; and so the Table of Logarithmic Tangents, is a Table of Meridional parts, to every two minutes of the Meridian Line, leaving out the Radius in every Line.« (Auf den Rest dieser Ausführung komme ich später zurück.) Aus den beiden Ausgaben des Gunterschen Werkes geht nicht hervor, daß *Henry Bond* zuerst auf den Zusammenhang zwischen log nat tang und den Sekanten hingewiesen hat.

Nach *Samuel Sturmy, The Mariners Magazine,* soll Gunters Tafel eine Abkürzung der Tafel von Wright sein. Gunters First Book of the Sector trägt die Unterschrift: Gresham Call. 1 May 1623. Es ist kaum anzunehmen, daß in der 1. Auflage eine andere Tafel stand als in der 4., zumal diese Behauptung noch 1685 in der 8. Auflage von Norwoods Trigonometrie gestanden hat. Es ist nicht unmöglich, daß Gunter bei Berechnung seiner Logarithmentafel (1620) auf den Zusammenhang zwischen log nat tang $\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$ und sec φ geführt ist. Die Ableitung von log tang $(a + \Delta)$ aus log tang a hätte ihn dazu führen können. Vielleicht hat er den Zusammenhang auch durch Verfertigung der bekannten Gunter-Skala geahnt. Berechnet ist seine Tafel nicht durch die Log nat tang.

Die Tafel Gunters ist jedenfalls nicht nach Wrights Verfahren berechnet. Da Snellius seine Tafel erst 1624 veröffentlichte, kann Gunter nicht schon 1623 die Mittel aus den Werten der Tafeln von Wright und Snellius gebildet haben. Wright war bekannt, daß seine Tafel zu große Werte gab. Gunter hat wohl ebenso geschlossen, daß die Addition der Sekanten vom Äquator bis $\varphi - 1'$ zu kleine Werte lieferte. Er hat dann auf Grund des Erfahrungssatzes, daß das Mittel aus beiden bessere Resultate ergibt, das Mittel aus den Sekanten φ und $\varphi - 1'$ addiert. Er gibt über die Art der Berechnung nichts an. Aus der Differenzreihe der Werte für 89° bis 89.9° habe ich die Art der Berechnung ermittelt, siehe S. 75.

Nach J. Wilson hat Ralphe Handson in einem Nachtrag zu Pitiscus' Trigonometry 1614 reprinted 1630 zwei Wege vorgeschlagen, wie man ohne Wrights Tafeln den Meridian teilen könnte. »Der erste bestand darin, daß man das arithmetische Mittel der Cosinus der beiden Breiten berechnen sollte, das zweite dagegen in der Berechnung des arithmetischen Mittels der beiden Sekanten dieser Breiten; der zweite Weg entfernt sich aber weiter von der Wahrheit als der erste. Weiter zeigte Handson, um wieviel jede der beiden Methoden von der Wahrheit abweiche, und welchen Irrtum die Berechnung nach den Prinzipien der Plain Chart gegenüber obigen Methoden verursacht. Es gibt noch eine andere Methode der Annäherung, die sogenannte Mittelbreite, die, obgleich sie größere Fehler verursacht als die mit dem arithmetischen Mittel der Cosinus, weniger beschwerlich ist und jetzt allgemein bei den Seefahrern angewandt werde. Aber das arithmetische Mittel zwischen den logarithmischen Cosinus ist gleich dem geometrischen Mittel zwischen den Cosinus und ist nach Mr. John Bassats Vorschlag in hohen Breiten somewhat preferable«. Möglich ist, daß Gunter durch Handsons Ausführungen zu seiner Art der Berechnung der Meridionalteile ver-

[1]) Siehe Rumb- und Loxodromische Tafeln.

anlaßt worden ist. Diese Bemerkungen Wilsons konnte ich nicht nachprüfen, da Pitiscus' Trigonometry nicht zu erhalten war. Handson hat aber richtig geschlossen, daß die Berechnung mit Hilfe des arithmetischen Mittels der Sekanten weiter von der Wahrheit abbleibt als jene durch das Mittel der Cosinus, wie gleich bewiesen werden soll.

Gunter tabuliert die Meridionalteile von $^1/_{10}{}^\circ$ zu $^1/_{10}{}^\circ$ der Breite bis 89°.9 in $\frac{1}{100}$ Grad, wie Tabelle 3 zeigt.

Tabelle 3.

Breite	Gunter		Mendoza	Breite		Differenz	Gunter	Mendoza	G.-M.
10°	10°.051	603'.06	603'.07	89°	271°.705	6.048	16302'.30	16299'.56	+ 2'.74
20°	20°.419	1225'.14	1225'.14		277°.753	6.764	16665'.18	16661'.78	3'.40
30°	31°.473	1888'.38	1888'.38		284°.517	7.674	17071'.02	17066'.70 [1])	4'.32
40°	43°.711	2622'.66	2622'.69		292°.191	8.867	17531'.46	17525'.77	5'.69
50°	57°.909	3474'.54	3474'.47		301°.058	10.505	18063'.48	18055'.70	7'.78
60°	75°.456	4527'.36	4527'.37		311°.563	12.892	18693'.78	18682'.49	11'.29
70°	99°.431	5965'.86	5965'.92		324°.455	16.711	19467'.30	19449'.61	17'.69
80°	139°.585	8375'.10	8375'.20		341°.166	23.873	20469'.96	20438'.59	31'.37
82°	152°.423	9145'.38	9145'.46		365°.039	42.972	21902'.34	21832'.48	69'.86
84°	168°.947	10136'.82	10136'.89		408°.011		24480'.66	24215'.35	265'.31
87°	208°.705	12522'.30	12522'.11	90°	Infinite.				

Aus den Differenzen geht hervor, daß Gunter $\frac{1}{2}$ (sec φ + sec [φ — 0°.1]) addiert hat. Es ist nämlich:

sec 89°.0 = 57.299	sec 89°.5 = 114.593	sec 89°.8 = 286.479
sec 89 .1 = 63.665	sec 89 .6 = 143.241	sec 89 .9 = 572.958
Summe = 120.964	= 257.834	= 859.437
$^1/_2$ Summe = 60.48	= 128.92	= 429.72
sec 89.05° = 60.31	sec 89.55° = 127.33	sec 89.85° = 381.97.

Gunter sagt nur: »The making of this table is by addition of Secants.« Die wahren Werte müssen stets kleiner sein als die von Gunter berechneten. Lastman, der das Mittel der Cosinus zur Rechnung zu benutzen empfiehlt, hat für 89°.9 24211.8. Der große Unterschied rührt davon her, daß Gunter ein sechsmal größeres Intervall benutzt als Lastman.

Gunter bringt »die Meridianlinie an der Seite des Sektor an neben der Line of Lines. Die Meridianlinie ist bis 87 gr. in ungleiche Teile geteilt (70 gr. etwa die Hälfte von 87 gr.) ebenso wie der Meridian in der Karte nach Merkators Projektion«. Er lehrt die Benutzung des Sektor für die Besteckrechnung und ist der erste, der die Tafel der M. P. nicht nur zum Kartenzeichnen verwendet. *Snellius* hat erst 1624 die M. P. bei der Besteckrechnung benutzt.

Klaas de Vries (Schat-kamer of kunst der Stuurlieden, vermeerderd en verbeterd door Evert Floryn, op nieuw overzien door S. Hollander, Amsterdam 1812, 2. Teil) empfiehlt im Text ebenfalls das Mittel der Sekanten zur Berechnung der Meridionalteile. Er sagt ausdrücklich: »Men vindt de Secans von 88° 1½' door de Secans von 88° 1' en von 88° 2' by elkander te tellen en de Som door 2 deelen.« Er rechnet als Beispiel die M. P. von 88° 1' bis 88° 4' vor. Secans

[1]) Die Börgensche Tafel, die die M. P. von $^1/_{10}{}'$ zu $^1/_{10}{}'$ bringt, hat 17066'.8. Die Differenzreihe beweist, daß der Mendozasche Wert richtig ist.

$88^\circ\ 1\frac{1}{2}' = 2901678$, d. i. aber $\frac{1}{2}$ (sec $88^\circ\ 2'$ + sec $88^\circ\ 1'$). Da er aber den Anfangswert 88° 1′ nur mit 13945.4 angibt, während er nach Mendoza 13945.2 und nach Lastman 13945.4 heißt, ist nicht anzunehmen, daß er die Tafel selbst berechnet hat. Bathe berichtet dagegen: »Daß diese Tafel noch im wesentlichen auf die von Jonas Moore zurückgeht, zeigt die Bemerkung von Kl. de Vries, daß sie durch die Addition der Sekanten der halben Minuten hergestellt ist, nämlich von $^1/_2'$, $1\frac{1}{2}'$, $2\frac{1}{2}'$ usw.« Tatsächlich gibt Vries in der Tafel von 89° bis 90° die Werte aus Lastman und die strengen Werte, die schon vor Mendoza von W. Wilson und J. Robertson veröffentlicht waren.

Girolamo Albrizzi, Introduzione all' arte nautica, Venedig 1715. Die Tabula delle Parte Meridionali soll nach Riga del Gunters entworfen sein. Die Zahlen, die von 4′ zu 4′ ohne Dezimalen mitgeteilt werden, sind nicht aus Gunter entnommen. Bis auf eine Anzahl Druckfehler stimmen sie mit Wright überein, worauf schon die Werte 12521, 13920, 16318 schließen lassen. Dann stimmen sie bis 89° 56′ zum Teil mit Lastman, stellenweise weichen sie stark ab. Der charakteristische Druckfehler 20075 (Lastman), der uns später noch beschäftigen wird, findet sich auch in dieser Tafel. Über die zweite Tafel dieses Werkes habe ich schon bei Besprechung der Tafel von Dechales berichtet.

Es scheint daher, als ob nur Gunter das Mittel der Sekanten zur Berechnung der M. P. benutzt hat. Bathe hat diese Berechnungsart gar nicht erwähnt. Wie vorsichtig man Zitate aus den Büchern verwerten muß, zeigt folgendes Beispiel. Samuel Sturmy (The Mariners magazine, London 1669) schreibt S. 166: »Now how Mr. Gunter's and Mr. Norwood's Tables are made, which are true Meridional parts, is by the help of Mr. Edward Wright's Tables of Latitude. Mr. Gunter's is an Abridgement, consisting of the Quotient of every sixth number, divided by six and two Figures cut off; Mr. Norwood's Tables of M. P. is an Abridgement of Mr. Wright's Tables of Latitudes, namely every sixth number cutting off four Figures to the right hand. My tables are also an abridgement of Wright's, cutting of the three last figures.« Er drückt die M. P. dann in Leagues aus, da er noch keine Seekarte mit mehr als 6 Teilen des Grades gesehen hat, außer in Wright's Buche[1]). Ein Auszug aus der Tabelle möge hier folgen:

Breite	Leagues	Sturmy	Mendoza-Sturmy	Wright
89° 0′	54331	16299′.3	+ 0′.3	16317′.5
10	56420	16926′.0	+ 0′.4	16950′.1
20	58977	17693′.1	+ 0′.4	17725′.9
30	62274	18682′.2	+ 0′.3	18729′.3
40	66920	20076′.0	+ 0′.4	20152′.3
50	74863	22158′.9	+ 0′.4.	22623′.3

In der dritten Reihe habe ich die Leagues in Seemeilen umgerechnet. Daraus geht hervor, daß die Tafel von Sturmy nicht auf den Wrightschen Tafeln beruht, trotzdem er es selbst sagt. Richtig ist in dem ganzen Zitat nur, daß Norwoods Tafeln aus Wrights entstanden sind, denn Norwood hat auch sämtliche Rechenfehler aus Wright übernommen (86° 54′ bis 89° 59′ ist jeder Wert um 10 Seemeilen fehlerhaft). Auf die Tafel von Sturmy werde ich bei der Besprechung der Tafel von Lastman zurückkommen.

[1]) Die Karte Wright's ist von *Hermann Wagner* in Peterm. Mitt. 1915, Dezember-Heft, reproduziert worden.

(Schluß folgt.)

Die Untersuchungen von Guyou über die scheinbare Schwere an Bord und die Unmöglichkeit, durch Pendel und Niveaus die wahre Vertikale auf See zu bestimmen.

Von Professor Dr. H. v. Hasenkamp.

Vorbemerkung. Die Veranlassung der nachstehenden Darstellung eines keineswegs neuen und unbekannten Gegenstandes war die in den letzten Jahren wiederholt gemachte Erfahrung, daß noch immer von verschiedener Seite versucht wird, künstliche Horizonte für Bordgebrauch mit Hilfe von Pendeln und Flüssigkeitsniveaus zu konstruieren, obwohl längst erwiesen ist, daß sich die wahre Vertikale oder Horizontale auf diese Weise nicht bestimmen läßt. Offenbar ist diese Erkenntnis noch lange nicht Allgemeingut geworden, und es erschien deshalb nicht überflüssig, auf die ausgezeichneten Arbeiten des französischen Seeoffiziers E. Guyou hinzuweisen, die diesen Gegenstand in mustergültiger und erschöpfender Weise behandeln, aber in der deutschen Literatur anscheinend nicht so bekannt geworden sind, wie sie verdienen. Daß im folgenden außer der Frage, die die eigentliche Veranlassung zur Behandlung dieses Gegenstandes gewesen ist, auch die übrigen mit der scheinbaren Schwere zusammenhängenden Erscheinungen, die sich alle aus einem elementaren Prinzip ableiten lassen, mit in den Kreis der Betrachtung gezogen sind, wird wohl bei dem Interesse, das diese Dinge an sich haben, manchen Lesern nicht unwillkommen sein.

Schon seit dem achtzehnten Jahrhundert haben sich zahlreiche Erfinder bemüht, Instrumente zu konstruieren, die ermöglichen sollten, an Bord die Höhe der Gestirne ohne Zuhilfenahme der Kimm zu messen, also sogenannte künstliche Horizonte. In einer Abhandlung über den gyroskopischen Horizont von Fleuriais weist L. Roosenburg[1]) darauf hin, daß das Bedürfnis eines solchen Instruments in der Tat groß ist, wie auch die zahlreichen trotz aller Fehlschläge noch immer von neuem unternommenen Versuche zur Herstellung eines solchen Hilfsmittels beweisen. Nur zu häufig wird die Ortsbestimmung unmöglich, indem die Kimm den Seefahrer im Stich läßt, mitunter gerade dann, wenn wegen der Nähe von Land oder wegen anderer Gefahr das Bedürfnis eines verbesserten Bestecks am größten ist. Tiefhängende Nebelbänke, die am Tage die Sonne, in der Nacht die nicht allzu tief stehenden Sterne vollkommen sichtbar lassen, sogenannte Häsigkeit in der Kimm, und allgemein das Fehlen genügender Erleuchtung der nächtlichen Kimm machen häufig die Messung von Gestirnshöhen unmöglich.

Von allen an Bord zu benutzenden künstlichen Horizonten, die auf der Wirkung der Schwerkraft beruhen, hat sich bis jetzt keiner als brauchbar erwiesen. Freilich ist es mit Hilfe von einigen unter ihnen unter sehr günstigen Umständen möglich, ein Ergebnis zu erhalten; doch kann man sich niemals darauf verlassen, da man kein Mittel hat, seine Zuverlässigkeit zu beurteilen.

Gewöhnlich ist die Gerade oder die Luftblase, die die horizontale Richtung angeben soll, so beweglich, daß es sehr schwierig ist, die Berührung des Gestirnbildes auch nur für einen Augenblick scharf wahrzunehmen; sodann aber, und dies ist ein sehr wichtiger, zumeist vollkommen übersehener Umstand, weicht die durch den künstlichen Horizont angegebene Richtung fast immer, und mitunter sehr beträchtlich, von der Horizontalen ab, und deshalb sind alle Versuche, mit Hilfe von kurzen Pendeln oder Libellen einen an Bord brauchbaren künstlichen Horizont herzustellen, grundsätzlich verfehlt.

Diese Erkenntnis ist durchaus nicht neu, sondern schon häufig von verschiedener Seite mit aller wünschenswerten Deutlichkeit ausgesprochen worden,

---

[1]) L. Roosenburg, Beschrijving en onderzoek van den gyroskopischen Horizon Fleuriais. Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut. No. 102. Mededelingen en Verhandelingen 7. Utrecht 1909.

ohne anscheinend die ihr gebührende Beachtung gefunden zu haben. So weist z. B. der bekannte niederländische Seeoffizier G. F. Tydeman[1]) darauf hin, daß vor allem die Richtung der Schwerkraft an Bord nicht unveränderlich ist, und daß die Unterschiede dieser Richtung sehr beträchtlich werden können und mit ihrem ganzen Betrage als Fehler in die Messung eingehen.

Tydeman faßt sein Urteil über den in Rede stehenden künstlichen Horizont, das wohl für alle derartigen Konstruktionen gelten darf, in die Worte zusammen: »Die gemachten Erfahrungen und die erhaltenen Resultate geben die Überzeugung, daß dies Instrument durchaus von unseren Kriegsschiffen ferngehalten werden muß, daß es unter keinen anderen Umständen ein zuverlässiges Resultat geben wird, als unter solchen, bei denen eine Schale mit Öl, als künstlicher Horizont an Bord gebraucht, ein noch besseres und sichereres Resultat geben würde, während es bei bewegtem Schiff Veranlassung geben könnte, in Beobachtungen Vertrauen zu setzen, die dieses nicht im mindesten verdienen. Es bedarf keines Beweises, daß dies noch viel nachteiliger sein würde, als wenn überhaupt keine Beobachtung zu erhalten wäre.« Da trotz der zahlreichen in der Natur der Sache liegenden Mißerfolge ähnlicher Art wie die eben erwähnten noch immer von den verschiedensten Seiten Versuche gemacht werden, derartige Instrumente vorzuschlagen und zum Teil auszuführen, die ihren Erfindern nur Enttäuschungen und unter Umständen auch pekuniäre Verluste eintragen, dürfte es nicht unzweckmäßig erscheinen, an der Hand der gründlichsten Untersuchung über diesen Gegenstand, der des französischen Marineoffiziers E. Guyou[2]), des Verfassers des bekannten »Manuel des instruments nautiques«, ausführlich zu zeigen, weshalb jeder Versuch, mit Hilfe von Pendeln oder Libellen die wahre Vertikale oder Horizontale an Bord zu finden, mißlingen muß.

Ein auf See in rollender Bewegung befindliches Schiff bietet den an Bord befindlichen Personen einen Anblick dar, der dem eines im Hafen befindlichen Schiffes in gekrängter Lage vollkommen ähnlich ist. Aufgehängte Gegenstände sind gegen die Wände geneigt, aber nahezu parallel untereinander, Flüssigkeiten sind gegen die Gefäßwände geneigt, aber ihre Oberfläche ist nahezu senkrecht zu der durch die aufgehängten Körper angezeigten allgemeinen Richtung; auf Tischen, Stühlen usw. befindliche Gegenstände gleiten herab im Sinne der durch die Pendel und die Flüssigkeitsoberflächen angegebenen Neigung.

Allgemein verbreitet ist nun die Annahme, daß diese durch die Pendel und die Flüssigkeiten angegebene Richtung außer in Fällen plötzlicher Stöße, die sich durch vorübergehende Unruhe bemerkbar machen, auch während des Schlingerns nahezu die wahre Vertikale darstellt, wie sie es in aller Strenge auf dem in Ruhe befindlichen gekrängten Schiffe ist. In der Tat, bemerkt Guyou, wird es wohl nur wenige Personen geben, die daran zweifeln, daß man nur deshalb die Chronometer kardanisch aufhängt, damit sie in See dieselbe aufrechte Lage behalten, wie an Land, und man wird allgemein überrascht sein durch die Behauptung, daß, wenn es ein Mittel gäbe, den Instrumenten diese Lage zu erhalten, man sich wohl hüten müßte, es anzuwenden.

Die Ähnlichkeit der Erscheinungen, die man während der Ruhe und während der Bewegung beobachtet, rührt von der Ähnlichkeit der Ursachen, aber nicht von ihrer Identität her. Um diese Ähnlichkeit hervortreten zu lassen, nennt Guyou scheinbare Schwere die Kraft, die auf See die Richtung kurzer Pendel und die Lage der freien Flüssigkeitsoberflächen bestimmt. Wir werden sehen, daß die Unterschiede der Richtungen der wahren und der scheinbaren Vertikalen recht beträchtlich sein können, und daß man, wenn man sie verwechselt, das Schiff bald aufrecht glauben kann, wenn es stark gekrängt ist, ja daß man sogar die Neigung gerade der Wirklichkeit entgegengesetzt annehmen kann.

---

[1]) G. F. Tydeman, Rapport, betreffende de beproeving van een kunstkim »Hezzanith« aan boord Hr. Ms. Instructievaartuig »Urania«, gedurende den Kruistocht 1897. Marineblad, Bijblad op de Verslagen der Marine-Vereeniging. Twaalfde Jaargang 1897/98. Helder 1898, S. 387.

[2]) E. Guyou, De la pesanteur apparente sur les navires à la mer. »Revue maritime et coloniale«, T. 84, Paris 1885, S. 206. Derselbe Gegenstand ist ausführlicher behandelt in des Verfassers »Théorie du navire«, Paris 1887, S. 300.

Das scheinbare Gewicht eines materiellen Punktes, der von einem Fahrzeug, mit dem er verbunden ist, fortgezogen wird, ist nach Guyous Bezeichnung die Wirkung, die dieser materielle Punkt auf die ihn mit dem Fahrzeug verbindenden Teile ausübt, die scheinbare Vertikale ist die Richtung dieser Kraft. Bezeichnet man mit m die Masse des materiellen Punktes, mit Π sein scheinbares Gewicht, so ist der Quotient

$$\frac{\Pi}{m} = \gamma$$

die scheinbare Beschleunigung der Schwere; man hat also

$$\Pi = m\gamma \text{ ebenso wie } P = m g.$$

Das scheinbare Gewicht, die scheinbare Vertikale und die scheinbare Beschleunigung γ werden für den speziellen Fall der Ruhe das wahre Gewicht, die wahre Vertikale und die Beschleunigung g.

Das scheinbare Gewicht eines materiellen, durch ein Fahrzeug in beschleunigter Bewegung mitgezogenen Punktes ist die Resultierende seines wahren Gewichts und einer Kraft, die der Kraft entgegengesetzt gleich ist, die dem Punkt seine gerade stattfindende Beschleunigung geben würde, wenn sie allein auf ihn wirkte[1]).

Die auf den materiellen Punkt wirkenden Kräfte sind in der Tat sein wahres Gewicht P und die Wirkung der Verbindungsstücke mit dem Fahrzeug, die mit $-\Pi$ zu bezeichnen ist, da sie Π gleich und entgegengesetzt ist; die Kraft, die allein wirkend dem Punkt die wirklich vorhandene Beschleunigung geben würde, ist also die Resultierende von P und $-\Pi$; folglich ist eine Kraft J, die dieser Resultierenden entgegengesetzt gleich ist, im Gleichgewicht mit den beiden Komponenten P und $-\Pi$.

Da also J, P, $-\Pi$ untereinander im Gleichgewicht sind, so ist die Kraft Π die Resultierende von J und P.

Die scheinbare Beschleunigung γ der Schwere ist die Resultierende der wahren Beschleunigung g und einer Beschleunigung, die der augenblicklich vorhandenen Beschleunigung des Punktes des Fahrzeuges entgegengesetzt gleich ist, in dem sich der materielle Punkt befindet.

Nimmt man auf den beiden Seiten und auf der Diagonale des von J, P, Π gebildeten Parallelogramms die Strecken

$$\frac{J}{m} = i, \quad \frac{P}{m} = g, \quad \frac{\Pi}{m} = \gamma,$$

so erhält man ein zweites Parallelogramm von den Seiten i und g und der Diagonale γ. Hierin ist i der Beschleunigung des Befestigungspunktes entgegengesetzt gleich. Nennt man diese Beschleunigung j, so ist nach der Definition die Kraft J dem Produkt m j entgegengesetzt gleich; man hat also

$$J = mi = -mj \quad \text{oder} \quad i = -j.$$

Da somit die Beschleunigung γ nur von der Beschleunigung des Befestigungspunktes abhängt, so müssen die scheinbaren Gewichte mehrerer in diesem Punkt angebrachter Massen m, m', m''.... die Größen

$$m\gamma,\ m'\gamma,\ m''\gamma \ldots\ldots$$

haben.

Hat ferner das Fahrzeug eine geradlinig fortschreitende Bewegung, so sind die Beschleunigungen aller denkbaren Aufhängungspunkte gleich und parallel, ebenso die Beschleunigungen γ; dies würde z. B. der Fall sein bei einem Eisenbahnwagen, der auf einer schiefen Ebene sich selbst überlassen ist; man überzeugt sich leicht, daß dann die scheinbare Vertikale senkrecht zur schiefen Ebene steht, falls die Reibung vernachlässigt werden kann.

---

[1]) Für die zuletzt erwähnte Kraft besteht keine allgemein gebräuchliche konventionelle Bezeichnung. Die französischen Autoren nennen sie meist »force d'inertie«, manche deutsche Schriftsteller bezeichnen sie als »Reaktionskraft« und die im umgekehrten Sinne genommene Kraft als »Effektivkraft«. Der oben gegebene Satz ist ersichtlich ein Spezialfall des d'Alembertschen Prinzips

Hat das Fahrzeug keine fortschreitende Bewegung, so kann man sich um jeden seiner Punkte einen kleinen Bereich denken, dessen Punkte nach Größe und Richtung nahezu dieselbe Geschwindigkeit und dieselbe Beschleunigung haben; d. h. innerhalb eines kleinen Bereiches ist die Beschleunigung γ überall parallel und gleich.

Aus diesen Darlegungen ergibt sich eine Reihe von Folgerungen, die die Ähnlichkeit der Wirkungen der scheinbaren Schwere mit denen der wahren deutlich hervortreten lassen:

Kurze Pendel. Hängt man eine Bleikugel mit einem sehr kurzen Faden an einem Nagel des Fahrzeugs auf, so ist die Richtung und Größe des Zuges der Kugel auf den Nagel durch die Richtung und Größe der Spannung des Fadens gegeben; ist der Faden sehr kurz, so wird die Kugel nahezu dieselbe Beschleunigung wie der Nagel haben, ihr Zug wird also die scheinbare Schwere darstellen.

Selbstverständlich gilt dies nicht mehr, wenn die Kugel einen plötzlichen Stoß erhält; aber ebenso wie ein kurzes ruhendes Pendel nach einer Erschütterung rasch seine vertikale Lage wieder einnimmt, beruhigt sich auch hier die Bewegung bald, und der Faden stellt sich in die Richtung der scheinbaren Vertikalen und folgt ihr in ihren Lageänderungen. Bei einer allzu plötzlichen Änderung wird dies bewegliche Gleichgewicht augenblicklich gestört und stellt sich von neuem her.

Flüssigkeiten in kleinen Gefäßen. Bei geringer eigener Bewegung der Flüssigkeit in dem Gefäß kann man annehmen, daß die Geschwindigkeiten und folglich die Beschleunigungen der Teilchen der Oberfläche immer gleich und parallel der Beschleunigung des Punktes des Fahrzeuges sind, wo das Gefäß aufgestellt ist; alsdann steht die freie Oberfläche der Flüssigkeit senkrecht zur scheinbaren Schwere.

Flüssigkeiten in aufgehängten Gefäßen. Ein aufgehängtes Gefäß stellt ein kleines Pendel dar, das sich während der Bewegung in die Richtung der scheinbaren Schwere einstellt, wie in der Ruhe in die der wahren; die freie Oberfläche der Flüssigkeit steht in beiden Fällen senkrecht zu der einen wie der andern, so daß die Flüssigkeit während der Bewegung in denselben Grenzen bleibt, wie wenn das ganze System in Ruhe wäre. Auch in diesem Falle bedarf es eines kleinen Gefäßes und eines kurzen Aufhängefadens, damit sich vorübergehende Störungen durch plötzliche Änderungen der scheinbaren Schwere rasch beruhigen.

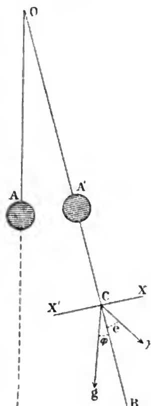
Unterstützte Gegenstände. Da auf einen unterstützten Körper ebenfalls statt der wahren die scheinbare Schwere wirkt, so wird er auf seiner Unterlage herabgleiten, wenn die tangentiale Komponente dieser Kraft größer ist als die Reibung beim Übergang in die Bewegung. Die Richtung der scheinbaren Schwere und ihre Intensität zeigen sich hier als unabhängig von der wahren Neigung der Ebene, der der Punkt angehört, auf dem das betrachtete Objekt ruht; das Weggleiten geschieht in dem Sinne der scheinbaren Neigung, die, wie sich später zeigen wird, der wahren gerade entgegengesetzt sein kann.

Aufgehängtes Quecksilberbarometer. Das aufgehängte Barometerrohr stellt sich in die Richtung der scheinbaren Vertikalen, die Höhen der Quecksilbersäule sind umgekehrt proportional der scheinbaren Beschleunigung der Schwere. Ist in der Tat der Luftdruck konstant, so muß es ebenfalls der Druck des Quecksilbers sein; in der Bewegung ist dieser Druck gleich $m\gamma$, also ist bei konstantem Druck m, d. h. die Barometerhöhe, umgekehrt proportional γ.

Personen in aufrechter Stellung. Wir haben uns bisher nur mit Körpern beschäftigt, die so klein sind, daß man ihre Dimensionen vernachlässigen kann; das genauere Studium der Wirkungen auf Körper von größeren Dimensionen würde uns zu weit führen. Wir beschränken uns deshalb darauf, hier festzustellen, daß eine Person, um aufrecht zu stehen, ihren Körper fortwährend so halten muß, daß die durch dessen Schwerpunkt gehende scheinbare Vertikale innerhalb der durch die Füße gebildeten Grundfläche fallen muß; sie muß also die Füße auseinander spreizen, oder wenn diese geschlossen bleiben, den Körper entsprechend neigen.

Allgemeine Ähnlichkeit der Wirkungen der scheinbaren und der wahren Schwere. Man sieht jetzt leicht, daß ein im Innern des Schiffes in eschlossener Beobachter, dem keine äußeren Anzeichen die verschiedene Richtung der wahren und der scheinbaren Schwere verraten, einer vollkommenen Täuschung anheimfällt. Er sieht die um ihn her aufgehängten Gegenstände untereinander parallel und senkrecht zu den freien Oberflächen der in Gefäßen enthaltenen Flüssigkeiten, er sieht ferner die auf den Möbeln liegenden Gegenstände hinabgleiten im Sinne der scheinbaren Neigung, und endlich muß er, um sich aufrecht zu halten, dafür sorgen, daß die scheinbare durch den Schwerpunkt seines Körpers gelegte Vertikale in die durch seine Füße gebildete Grundfläche fällt. Die einzigen Anzeichen, die ihm den Unterschied zwischen dem Zustande der Ruhe und dem der Bewegung verraten würden, wären Dynamometer, die in die Aufhängungen der Pendel eingeschaltet würden, und die Quecksilbersäulen der Barometer, die in ihren Röhren »pumpten«; aber um diese Änderungen der Intensität der scheinbaren Schwere festzustellen, bedarf es immerhin einer etwas genaueren Beobachtung.

Fig. 1.



Um an einem verhältnismäßig einfachen Fall, der sich experimentell kontrollieren läßt, zu zeigen, daß schon bei einer langsamen Bewegung der Richtungsunterschied der beiden Vertikalen recht bedeutend werden kann, untersucht Guyou die Lage dieser Richtungen an verschiedenen Punkten eines schwingenden Pendels.

Sei (Fig. 1) $l = OA$ die Länge des Pendels, d. h. die Entfernung seines Schwingungspunktes A vom Aufhängepunkt O, $d = OC$ die Entfernung eines beliebigen Punktes des Pendels von O, $\varphi = AOA'$ die Neigung des Pendels gegen die wahre Vertikale, Φ die Amplitude der Schwingungen, $\vartheta = BC\gamma$ der Winkel der scheinbaren Vertikalen mit der Pendelstange, positiv gerechnet entgegengesetzt der Lage der wahren Vertikalen; t sei die tangentiale Beschleunigung des Punktes C, n dessen zentripetale Beschleunigung, γ die scheinbare Beschleunigung der Schwere im Punkt C. Die Beschleunigung γ ist die Resultierende der Beschleunigung g und einer Beschleunigung, die der des Punktes C entgegengesetzt gleich ist; die Komponenten von γ nach CX und CB sind also gleich den Summen der Komponenten der beiden Beschleunigungen nach diesen Achsen.

Die tangentiale Beschleunigung ist nach XX' gerichtet und hat, wenn die Richtung CX als positiv betrachtet wird, den Wert

$$t = +d \cdot \frac{d^2\varphi}{dt^2},$$

die zentripetale Beschleunigung ist nach CO gerichtet, und hat, wenn CB als positiv genommen wird, den Wert

$$n = -d \cdot \frac{d^2\varphi}{dt^2}.$$

Mit Zuhilfenahme der Differentialgleichungen der Bewegung des einfachen Pendels:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\frac{g}{l}\sin\varphi, \qquad \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = \frac{2g}{l}\left(\cos\varphi - \cos\Phi\right)$$

hat man:

$$t = -g\frac{d}{l}\sin\varphi$$

$$n = -2g\frac{d}{l}(\cos\varphi - \cos\Phi).$$

Folglich sind die Komponenten der Beschleunigung γ in bezug auf die Achsen CX und CB:

$$\text{nach CX} \ldots\ldots \quad -g\sin\varphi + g\,\frac{d}{l}\sin\varphi$$

$$\text{„ CB} \ldots\ldots \quad +g\cos\varphi + 2\,g\,\frac{d}{l}(\cos\varphi - \cos\Phi).$$

Der Quotient dieser beiden Komponenten gibt endlich

$$\operatorname{tang}\vartheta = \frac{\frac{d-l}{l}\sin\varphi}{\cos\varphi + 2\,\frac{d}{l}(\cos\varphi - \cos\Phi)}.$$

Diese Formel gibt den Winkel ϑ der Pendelstange mit der scheinbaren Vertikalen in dem Augenblicke, wo die erstere um φ gegen die wahre Vertikale geneigt ist, und für den Punkt, der um die Länge d vom Aufhängepunkt entfernt ist.

1. Für $d > l$ ist ϑ positiv, folglich ist die scheinbare Vertikale C γ außerhalb der Pendelstange, wie die Figur zeigt.

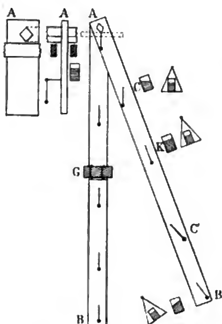
2. Für $d = l$ ist $\vartheta = 0$, d. h. die Richtung der scheinbaren Vertikalen fällt stets mit der Pendelstange während deren ganzer Bewegung zusammen.

3. Für $d < l$ ist ϑ negativ, folglich ist für die Punkte zwischen O und A die scheinbare Vertikale zwischen der Pendelstange und der wahren Vertikalen gelegen, da tang ϑ immer kleiner als tang φ ist; der Zähler des obigen Bruches ist in der Tat seinem absoluten Werte nach kleiner als sin φ und sein Nenner größer als cos φ.

4. Für $d = 0$ ist tang $\vartheta = -$ tang φ, wie schon an sich klar ist, da der Punkt O unbeweglich ist und deshalb die scheinbare mit der wahren Vertikalen zusammenfällt.

5. Für $\varphi = 0$ ist in allen Punkten $\vartheta = 0$, d. h. für die Ruhelage des Pendels fällt die scheinbare Vertikale in allen Punkten mit der wahren zusammen.

Fig. 2.



Ferner wird ϑ ein Maximum, wenn der Nenner ein Minimum und der Zähler ein Maximum wird, d. h. für $\varphi = \Phi$.

Die hier abgeleiteten Sätze sind ganz unabhängig von der Amplitude und der Dauer der Schwingungen; man kann sie also an Pendeln von beliebiger Länge und beliebig großen Amplituden nachweisen. Es ist jedoch vorteilhafter, ein Pendel von möglichst großer Länge zu nehmen, um die Bewegungen recht langsam zu machen; die Erscheinungen lassen sich dann leichter beobachten und man erkennt deutlicher, daß die Bewegungen durchaus nicht sehr lebhaft sein müssen, damit die Ablenkung der scheinbaren Vertikalen klar hervortrete.

Zum experimentellen Nachweis der theoretisch gefundenen Sätze benutzte Guyou ein an Bord eines Kriegsschiffes aufgestelltes Pendel, bestehend aus einem Brett AB (Fig. 2) von 4 bis 5 m Länge, in dessen Mitte zwei Eisenmassen von je 25 kg angebracht waren. Zur Aufhängung war in dem oberen Teil bei A ein Prisma aus Eichenholz mit quadratischer Basis eingefügt, dessen eine Kante nach unten gekehrt war und eine Schneide bildete. Diese Kante ruhte auf zwei quer über eine Luke gelegten Balken, und zwar ging das Pendel durch mehrere übereinander liegende Decke hindurch, so daß es frei und ungestört schwingen konnte.

In das Pendel wurden vier lange Nägel eingeschlagen, die ungefähr 10 cm hervorragten, einer befand sich etwas unterhalb der Eisenmassen, ein anderer am unteren Ende, die beiden übrigen in Zwischenstellungen. Auf der anderen

Seite waren in denselben Höhen kleine Platten angebracht, die mit gefärbter Flüssigkeit gefüllte Gläser trugen.

Werden an den verschiedenen Nägeln kleine Pendel von ungefähr 10 cm Länge aufgehängt, so sieht man, daß das im Schwingungspunkt aufgehängte Pendel während der Bewegung dem großen Pendel parallel bleibt, die Pendel unterhalb des Schwingungspunktes sind nach außen, die oberhalb dieses Punktes befindlichen nach innen geneigt.

Natürlich wird in dem Augenblick, wo die Bewegung beginnt, eine allgemeine Unruhe eintreten, aber wenn das Pendel ohne Erschütterungen schwingt, wird diese Unruhe fast augenblicklich aufhören.

In den auf den Platten stehenden Gläsern verhält sich die Flüssigkeit verschieden.

So bleibt in dem Glase K, nachdem die anfängliche Unruhe aufgehört hat, die Flüssigkeit genau in denselben Grenzen, wie wenn sie in Ruhe befindlich wäre; sie scheint gewissermaßen in ihrem Behälter erstarrt zu sein. In dem Glase C wird die Flüssigkeit das Bestreben zeigen, über den unteren Rand auszufließen, in dem Gefäße B dagegen über den oberen Rand.

Fig. 3.

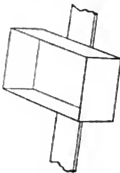


Fig. 4.

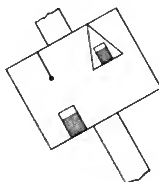
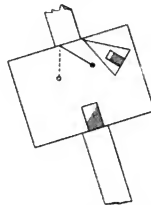


Fig. 5.



Setzt man an Stelle der Pendel kleine Platten mit gefüllten Gefäßen, so schwingen diese Systeme wie die Pendel, aber sobald die erste Unruhe vorüber ist, wird die Flüssigkeit überall in denselben Grenzen bleiben und in den Gefäßen erstarrt zu sein scheinen.

Man kann eine schwingende Kammer nachahmen, indem man einen offenen Kasten mit seinem Boden an dem großen Pendel befestigt (Fig. 3) und in ihm die eben besprochenen kleinen Gefäße, Pendel usw. vereinigt.

Ist der Kasten im Schwingungspunkt des Pendels angebracht, so sieht man nach Aufhören der anfänglichen Unruhe alle Gegenstände genau ihre Ruhelage annehmen; alle sind so vollkommen unbeweglich, selbst bei großen Schwingungen, daß das ganze System starr geworden zu sein scheint. Ein Beobachter, der in dieser Kammer eingeschlossen wäre, müßte sich fortwährend senkrecht stehend glauben (Fig. 4). Nur die Änderungen der Intensität der scheinbaren Schwere wären allein imstande, wenn sie mit hinreichender Stärke auf seine inneren Organe wirkten, ihn zu überzeugen, daß er sich in Bewegung befindet; sie würden ihm unangenehme Empfindungen ähnlich der Seekrankheit verursachen.

Ist der Kasten an dem unteren Ende angebracht, so werden die Schwingungen so vor sich gehen, daß der eingeschlossene Beobachter während der ganzen Bewegung die Neigung für entgegengesetzt der wirklich stattfindenden halten würde; so müßte in der Figur 5 das kleine Pendel senkrecht nach unten gerichtet sein, um die wahre Neigung anzuzeigen, während man es in der nach rechts gerichteten Lage sieht.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß ein auf dem Sitz einer Schaukel angebrachtes oder durch einen Beobachter mit fester Hand gehaltenes Flüssigkeitsniveau in jedem Augenblick seine freie Oberfläche senkrecht zum Aufhängungsstrick stellen wird. Wollte dann der Beobachter eine Gestirnshöhe mit einem

derartigen Niveau messen, so würde er an Stelle des Komplements der Zenitdistanz das Komplement des Winkels finden, den die Richtung des Gestirns im Moment der Beobachtung mit der des Strickes bildet.

Man kann sich eine Vorstellung von den Fehlern machen, den solche Instrumente selbst bei äußerst langsamen Bewegungen ergeben, wenn man sich eine Schaukel vorstellt, die an einem Strick von 16 m Länge aufgehängt ist und mit einer Amplitude von 2° schwingt; der auf der Schaukel befindliche Beobachter würde in 4 Sekunden einen Bogen von ungefähr 1 m beschreiben. Seine Bewegung wäre also von einer Langsamkeit, die vergleichbar wäre der auf einem Schiffe bei sehr ruhigem Wetter stattfindenden, und doch wäre die Unsicherheit der gemessenen Höhen ungefähr 2°.

Wenn auch die Ähnlichkeit der Schiffsbewegung und der eines Pendels durchaus nicht vollständig ist, so wird man doch zugeben müssen, daß ein Instrument, das bei einer so schwachen Bewegung, die der Beobachter bei geschlossenen Augen kaum bemerken würde, schon ganz unzuverlässig wird, auf See vollends ganz versagen muß.

Aus den bisherigen Ergebnissen lassen sich nun ohne Schwierigkeit die Wirkungen der scheinbaren Schwere auf die an Bord befindlichen Gegenstände und Personen ableiten.

Man erkennt z. B. sogleich die Notwendigkeit, die Chronometer kardanisch aufzuhängen. Ihre inneren Teile werden bei der Bewegung in derselben Weise durch die scheinbare Schwere beeinflußt, wie in der Ruhe durch die wahre. Will man also, daß ihre Stützen in derselben Weise für das scheinbare, wie für das wirkliche Gewicht angeordnet sind, so muß man die Gehäuse aufhängen. Zwänge man sie durch irgend ein Verfahren sich stets nach der wahren Vertikalen einzustellen, so würden die Instrumente denselben Störungen ausgesetzt sein, wie wenn man sie in der Ruhe nach allen Richtungen unaufhörlich schaukeln ließe.

Ein anderes Beispiel liefern die Schlingertische, die sich stets senkrecht zur scheinbaren Vertikalen einstellen, und auf denen man Gegenstände jeder Art, mit Flüssigkeit gefüllte Gefäße, in derselben Weise aufstellen kann, wie auf horizontalen Ebenen in der Ruhe. Man darf indessen nicht außer acht lassen, daß unter Einfluß plötzlicher Erschütterungen mitunter Änderungen in der Richtung der scheinbaren Vertikalen auftreten können, die zu heftig sind, als daß die Tische oder die auf ihnen befindlichen Flüssigkeiten ihnen folgen können, und dann ist das Gleichgewicht augenblicklich gestört.

Die Quecksilberbarometer ferner zeigen bei gewöhnlichem Wetter nur geringe Höhenänderungen, da das Rohr mit dem Gefäß durch einen langen, fast kapillaren Kanal verbunden ist, der das Quecksilber nur langsam hindurchtreten läßt; bei starkem Stampfen indessen ändert sich das scheinbare Gewicht des Quecksilbers so sehr, daß der Durchtritt der Flüssigkeit viel schneller erfolgt und die Schwingungen der Quecksilbersäule so groß werden, daß die Beobachtung sich nicht mehr ausführen läßt. Wie wir oben gesehen haben, gleitet ein auf das Deck gelegter Körper, sobald die tangentiale Komponente seines Gewichts größer ist als die Reibung beim Übergang in die Bewegung; die scheinbare Neigung, das scheinbare Gewicht und die Reibung beim Übergang in die Bewegung haben andere Werte bei Bewegung des Schiffes als in der Ruhe; es kommt deshalb nicht selten vor, daß schwere, an Deck niedergelegte Körper ins Gleiten geraten bei Neigungen, die weit geringer sind als die Krängung des ruhenden Schiffes, die ein solches Gleiten hervorrufen würde, und zwar ohne daß ein Stoß oder eine sonstige Erschütterung stattgefunden hätte. Man sieht ebenfalls leicht ein, daß infolge von Intensitätsänderungen des scheinbaren Gewichts eine Aufhängeschnur oder eine Stütze auf See unter Einwirkung von Gewichten reißen oder brechen kann, die kleiner sind als die, die bei ruhendem Schiff mit Leichtigkeit hätten getragen werden können.

Der Druck endlich, den die Füße einer aufrecht stehenden Person auf das Deck ausüben, ist in jedem Augenblick ihrem scheinbaren Gewicht gleich, also veränderlich. Namentlich während des Stampfens sind diese Änderungen, am deutlichsten vorn und hinten auf dem Schiffe, wahrzunehmen; mitunter drückt das

Deck heftig gegen die Füße, mitunter scheint es unter den Füßen wegzusinken; die Stärke dieser Eindrücke kann eine Vorstellung von der Größe der Veränderungen geben, die das scheinbare Gewicht der an Bord befindlichen Gegenstände erleidet.

Den Änderungen der Intensität vor allem, weniger denen der Richtung der scheinbaren Schwere, schreibt Guyou auch die Entstehung der Seekrankheit zu. Unter dem Einfluß dieser Änderungen sollen die inneren Organe auf die sie tragenden Bänder und Membranen unaufhörliche Zerrungen ausüben, die zu schwach, um eigentlich schmerzhaft zu sein, dennoch ein allgemeines Übelbefinden bewirken.

Die Erleichterung, die der Kranke fühlt, wenn er sich hinlegt, würde hiernach dadurch zu erklären sein, daß in dieser Lage die inneren Organe auf den Wänden der Bauchhöhle ruhen und nicht mehr die erwähnten Zerrungen bewirken können[1]).

Das Ergebnis der bisherigen Betrachtungen läßt sich dahin aussprechen, daß ein Pendel von kurzer Schwingungsdauer den Vorteil hat, daß es den Gegenständen erlaubt, sich jeden Augenblick in die scheinbare Vertikale einzustellen, ebenso wie in der Ruhe in die wahre. Man erreicht dadurch den Zweck, den man sich in der Annahme vorgesetzt hatte, daß sie während der Bewegung wirklich vertikal blieben. Man muß sich aber sehr hüten zu glauben, daß kurze Pendel und Flüssigkeitsoberflächen auch nur eine angenähert vertikale Richtung an Bord angeben können.

Bisher war noch nicht von einer Bestimmung des numerischen Wertes der scheinbaren Schwere an einem bestimmten Punkte des Schiffes die Rede; das beste Verfahren hierzu ist das von dem Admiral Mottez (Revue maritime et coloniale, T. XLVII, 86) zuerst angewandte; er hängte zu diesem Zwecke an dem betreffenden Orte ein Gewicht von ungefähr 10 kg an einem gewöhnlichen Dynamometer auf, so daß der Zeiger dieses Instrumentes jeden Augenblick das scheinbare Gewicht gab. Dessen Verhältnis zum wahren Gewicht gibt dann das Verhältnis der scheinbaren zur wahren Beschleunigung der Schwere. Die Schwankungen betrugen in der Mitte des Schiffes und ohne merkliches Stampfen etwa ein Fünftel der wahren Beschleunigung.

Die Richtung der scheinbaren Schwere in Beziehung zum Schiffe erhält man leicht durch ein kurzes Pendel; aber um sie in Beziehung zur Richtung der wahren Vertikalen zu erhalten, muß man gleichzeitig die wahre Neigung des Schiffes und die des Pendels gegen das Schiff beobachten. Bei so schnellen Bewegungen können gleichzeitige Beobachtungen nur von einem einzigen Beobachter erhalten werden; auch ist es schwer, hierbei die Kimm zu benutzen. Indessen kann man an Orten des Schiffes, wo man während der ganzen Bewegung den Horizont sehen kann, das folgende Verfahren benutzen, wenn das Schiff quer zur See steht und die scheinbare Vertikale sich also in der Querschiffsebene befindet.

Auf einen kardanisch aufgehängten Peilkompaß, dessen Zapfen zur Erhöhung der Bewegungsfreiheit durch Schneiden ersetzt sind, stellt man in der Querschiffsrichtung ein gewöhnliches Diopter auf. Quer zu dessen Okular bringt man einen feinen Faden an; auf dem Objektivende befindet sich ein anderer Querfaden in solcher Höhe, daß bei ruhigem Schiff die durch beide Fäden gelegte Ebene durch die Kimm geht. Auf der Innenseite des Objektivendes sind ober- und unterhalb des Fadens sehr feine weiße Striche gezogen, die Neigungen von 2° zu 2° entsprechen. Wenn man nun die Kimm mit dem Okularfaden visiert, ohne den Apparat zu berühren, kann man jederzeit auf dem Objektivende die Neigung der scheinbaren zur wirklichen Vertikalen ablesen.

---

[1]) Zu der oben mitgeteilten Ansicht Guyous über die Seekrankheit ist zu bemerken, daß deren Entstehungsweise bis jetzt noch nicht ganz aufgeklärt ist; einige Autoren schreiben sie einer direkten Einwirkung auf das Gehirn zu, andere Zirkulationsstörungen, vorzüglich im Gehirn, wieder andere, ähnlich wie oben, Verschiebungen und Druckänderungen der Organe in der Bauchhöhle. Vgl. O. Rosenbach, Die Seekrankheit, in Nothnagels Spezieller Pathologie und Therapie, Bd. 12. Wien 1896.

An allen Punkten des Schiffes, wo man den Horizont nicht sehen kann, muß man zu Instrumenten greifen, die die wahre Vertikale während der Bewegung registrieren. Im folgenden sollen die Prinzipien angegeben werden, auf denen diese Apparate beruhen.

Die ersten Instrumente, die zur Messung von Gestirnshöhen bei unsichtiger Kimm verwandt wurden, beruhten auf den Eigenschaften der Pendel und der Flüssigkeitsoberflächen. Die Pendel wurden rasch wieder verlassen, da sie sich für genaue Beobachtungen ungeeignet erwiesen; aber noch lange gebrauchte man sie zur ungefähren Bestimmung der Größe des Schlingerns. Die Identität der Eigenschaften des Flüssigkeitsniveaus mit denen der kurzen Pendel ist offenbar wenig bemerkt worden, da sie noch heute vielfach für Höhenmeßinstrumente vorgeschlagen werden. Aus dem Bisherigen geht jedoch zur Genüge hervor, daß die Prinzipien aller dieser Instrumente verfehlt sind und daß sie nur bei ruhendem Schiff oder bei ganz ruhiger See verwendet werden können.

Die einzig brauchbaren Instrumente sind Pendel von großer Schwingungsdauer und sehr rasch rotierende Kreisel. Die Eigenschaften der sehr langsam schwingenden Pendel sind schon von Daniel Bernouilli[1]) aufgeklärt und durch die bekannten Schiffbauingenieure E. Bertin[2]) und W. Froude[3]) zu Registrierapparaten für das Rollen der Schiffe angewandt worden.

Der Gedanke einer Anwendung des Kreisels ist bedeutend älter. Serson[4]) konstruierte 1752 einen Kreisel, dessen oberer Teil eine reflektierende Oberfläche trug, die am Ende von zwei Minuten horizontal wurde; der Apparat ist später von Smeaton, dem berühmten Erbauer des dritten Eddystone-Leuchtturmes, vervollkommnet worden, ohne allgemeine Einführung gefunden zu haben. In neuerer Zeit benutzte der Admiral Pâris[5]) dasselbe Prinzip in seinem traceroulis, einem Instrument zur Registrierung der Schlingerbewegung, mit anscheinend befriedigendem Erfolge.

Der Gedanke der Verwendung des Kreisels wurde durch die Beobachtung nahegelegt, daß sich ein Kreisel, der sich auf einer festen Ebene oder in einem festen Lager dreht, rasch in die Vertikale einstellt; aber auf einer Ebene oder in einem Lager, die auf einem in Fahrt befindlichen Schiffe aufgestellt sind, erscheint die Vertikale des Kreisels durch die Schiffsbewegung abgelenkt. Für Beobachtungen von größerer Genauigkeit, wie die der Gestirnshöhen, müssen diese ablenkenden Einflüsse, wenn nicht ganz beseitigt, doch beträchtlich abgeschwächt sein. Die Stabilität eines Kreisels auf See hängt nun ab von der Geschwindigkeit seiner Präzessionsbewegung; die Kreisel mit schneller und langsamer Präzession haben dieselben Eigenschaften und Fehler wie die Pendel von kurzer und langer Schwingungsdauer. Hieraus ergibt sich, daß der Kreisel auf See die wahre Vertikale nur bei sehr langsamer Präzession geben kann; man erfüllt diese Bedingung, indem man den Schwerpunkt sehr nahe unter die Spitze des Kreisels verlegt und ihm ein großes Trägheitsmoment in bezug auf die Umdrehungsachse und sehr große Winkelgeschwindigkeit um diese Achse gibt, Bedingungen, die in dem gyroskopischen Horizont von Fleuriais, der zuerst die Analogie zwischen Pendel und Kreisel erkannt hat, erfüllt sind. Wir werden hierauf noch zurückkommen und zunächst diese Analogie etwas näher betrachten.

---

[1]) D. Bernouilli, Principes hydrostatiques et mécaniques ou mémoire sur la meilleure manière de diminuer le roulis et le tangage. Recueil des pièces qui ont remporté des prix de l'académie royale des sciences, T. VIII, 1757. Vgl. Compt. Rend., Vol. CIII, 11. Octbr. 1886.

[2]) E. Bertin, Observations de roulis et de tangage faites avec l'oscillographe double. Mémoires des savants étrangers, Vol. 26, 1879.

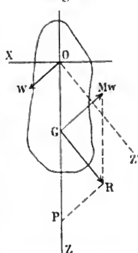
[3]) W. Froude, Apparatus for automatic recording the rolling of a ship in a sea-way. Report of British Association, 1872.

[4]) Philosophical Transactions, T. 47, 352. 1752.

[5]) Pâris, Trace-roulis et trace-vagues. Revue maritime, T. XX, 273. 1867. Comptes Rendus, ¯V, 5468. 1867.

Ein um einen Punkt O beweglicher Körper von der Masse M und dem Gewicht P werde durch diesen Punkt, der zunächst in gleichförmig beschleunigter Bewegung geradlinig im Raume fortschreitet, mitgezogen; OX und OZ seien zwei durch den Punkt O gehende Achsen, die mit ihm parallel mit sich selbst fortschreiten; die Beschleunigung von O werde mit W bezeichnet.

Fig. 6.



Um die relative Bewegung des Körpers gegen diese geradlinig fortschreitenden Achsen zu erhalten, müssen wir in jedem Punkt von der Masse M eine Kraft Mw anbringen, die der Beschleunigung w entgegengesetzt gerichtet ist. Alle diese Kräfte haben eine Resultierende Mw, die im Schwerpunkt G angreift. Die relative Bewegung des Körpers ist also die, die er in bezug auf die Achsen unter der Einwirkung der Resultierenden R des Gewichtes P und der Kraft Mw annehmen würde; da diese beiden Kräfte nach Größe und Richtung konstant sind, ist es auch ihre Resultierende. Der Körper wird also um die der Richtung GR parallele Richtung OZ′ schwingen, wie wenn sein Gewicht nach OZ′ gerichtet und gleich R wäre. Hängt man nun im Punkt O, der sich zuerst in Ruhe oder in gleichförmiger Bewegung befinden soll, zwei Pendel von verschiedener Schwingungsdauer auf, so werden diese, die zuerst vertikal gerichtet sind, wenn man dem Aufhängepunkt die Beschleunigung W erteilt, um denselben Winkel gegen die neue Schwererichtung geneigt sein und um sie zu schwingen beginnen; sind z. B. die Schwingungsdauern unter dieser Einwirkung $^1/_4$ und 100 Sekunden, so gelangt das erste Pendel in $^1/_8$ Sekunde in die neue Vertikale, während das zweite 50 Sekunden braucht, um denselben Winkel zu beschreiben.

Dauert die Bewegung von O unter denselben Verhältnissen hinreichend lange, so werden sich die beiden Pendel schließlich in die Richtung OZ′ einstellen; aber das Pendel von kurzer Schwingungsdauer wird sich nach einigen raschen Schwingungen in der neuen Gleichgewichtslage befinden, ehe das andere diese erreicht hat, so daß nach einem Bruchteil einer Sekunde das kleine Pendel die Lage OZ′ angenommen hat, während das lange kaum aus seiner vertikalen Anfangslage herausgetreten ist.

Ändert sich die Beschleunigung von O sehr rasch, geht sie z. B. in 5 Sekunden durch alle Richtungen einer Ebene hindurch und denken wir uns den Zeitraum von 5 Sekunden in hinreichend kleine Teile geteilt, so daß in jedem dieser Teile die Beschleunigung als konstant angesehen werden kann, ist ferner die Schwingungsdauer des kleinen Pendels hinreichend klein, so daß es die Gleichgewichtslage in diesem Zeitraum erreichen kann, ist endlich die Schwingungsdauer des langen Pendels hinreichend groß, so daß die größte Beschleunigung, die innerhalb der 5 Sekunden vorkommt, nur eine unmerkliche Änderung hervorruft, dann wird das kurze Pendel in den 5 Sekunden genau der Richtung OZ′ in ihren verschiedenen Lagen gefolgt sein, während das große die Vertikale nicht merklich verlassen hat, um so weniger, als die Beschleunigung in der ganzen Zeit nicht den Maximalwert ihrer Wirkung gehabt, sondern in den 5 Sekunden in entgegengesetzten Richtungen gewirkt hat.

Genau unter denselben Verhältnissen würden sich die beiden Pendel an Bord befinden; die Pendel von sehr kurzer Schwingungsdauer werden immer der scheinbaren Vertikalen OZ′ folgen, die von sehr langer Schwingungsdauer der wahren Vertikalen OZ.

Ebenso liegen die Verhältnisse beim Kreisel, dessen auf einer Ebene oder in einem Lager ruhende Achse in mittlerer Bewegung einen Rotationskegel um die Vertikale mit konstanter Geschwindigkeit beschreibt. In Wirklichkeit hat er eine Nutationsbewegung, vermöge deren er sich in Buckeln um den mittleren Kegel bewegt; ist indessen die Rotationsgeschwindigkeit hinreichend groß, so wird die Nutation unmerklich und kann ohne Fehler vernachlässigt werden. Ist P das Gewicht des Kreisels, d die Entfernung seines Schwerpunktes von der Spitze, mit der er auf der Unterlage aufliegt, n seine Umdrehungsgeschwindigkeit, C sein

Trägheitsmoment in bezug auf seine Achse, so ist seine Präzessionsgeschwindigkeit, d. h. die Winkelgeschwindigkeit der durch die Vertikale und die Achse gelegten Ebene gleich $\frac{Pa}{Cn}$, wenn n hinreichend groß ist; sie ist also unabhängig von der Neigung der Achse, proportional der Entfernung a und umgekehrt proportional n und dem Trägheitsmoment in bezug auf die Achse[1]).

Auf den Kreisel läßt sich nun dieselbe Betrachtung wie bei dem Pendel anwenden, d. h. der Kreisel drehe sich in vertikaler Stellung in einem ruhenden oder gleichförmig bewegten Lager; wird diesem Lager eine nach Größe und Richtung konstante Beschleunigung W erteilt, so tritt eine scheinbare Änderung der Vertikalen ein, als wenn die Schwerkraft ihre Intensität und Richtung geändert hätte. Da der Kreisel gegen diese neue Vertikale geneigt ist, beginnt seine Achse um sie eine Präzessionsbewegung. Ist diese sehr langsam, so beschreibt die Achse in einem kleinen Zeitraum einen sehr kleinen Bruchteil des Kegels.

Wir nehmen nun an, daß innerhalb eines Zeitraumes von 5 Sekunden die Beschleunigung durch nahezu entgegengesetzte Richtungen hindurchgeht, und daß die Präzession so langsam ist, daß der in 5 Sekunden durchlaufene Bogen vernachlässigt werden darf, selbst wenn die störende Beschleunigung beständig in demselben Sinne und mit ihrem größten Betrag wirkte; dann wird unter dem Einfluß der tatsächlich stattfindenden Beschleunigungen die Lageänderung der Achse am Ende der 5 Sekunden um so mehr vernachlässigt werden können.

Man erkennt hieraus, daß die Kreisel mit langsamer Präzession dieselben mechanischen Eigenschaften zeigen, wie die langsam schwingenden Pendel. Bei der Unmöglichkeit, ein Pendel von sehr großer Schwingungsdauer und kleinen Dimensionen sowie geringem Gewicht herzustellen, bleibt es das große Verdienst von Fleuriais[2]) mittels des eben erläuterten, von ihm erkannten Prinzips gezeigt zu haben, daß der Kreisel von sehr langsamer Präzession die wahre Vertikale auf See liefern kann. Ihm gelang es auch, die Schwierigkeit zu überwinden, die der Benutzung dieser Vertikalen zur Höhenmessung noch entgegenstand, indem er an Stelle des von Serson benutzten Spiegels in höchst geistreicher Weise den von ihm erfundenen gyroskopischen Kollimator einführte, der sich leicht an jedem Sextanten anbringen läßt und dessen Gewicht nur um 165 Gramm vermehrt.

Dieses Instrument bietet somit die endgültige und die einzig mögliche Lösung der so lange vergeblich in Angriff genommenen Aufgabe, die wahre Vertikale an Bord zu bestimmen.

---

[1]) Vgl. die größeren Lehrbücher der theoretischen Mechanik, z. B.: Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte. Leipzig 1870. S. 833. — Kirchhoff, Vorlesungen über mathematische Physik, Mechanik. 4. Aufl. Leipzig 1897. 6. Vorlesung. Die ausführlichste Behandlung des Kreiselproblems und aller seiner Anwendungen geben F. Klein und A. Sommerfeld, Über die Theorie des Kreisels, Leipzig 1897. — Die Darstellungen der kleineren Lehrbücher und der mehr populären Behandlungen lassen sehr viel zu wünschen übrig. Eine Ausnahme bildet die Abhandlung von E. de Fauque de Jonquières, Théorie élémentaire d'après les méthodes de Poinsot du mouvement de la toupie et de son application à un horizon artificiel permettant d'obtenir à la mer la hauteur des astres. Revue maritime et coloniale T. 91, 1886. S. 433, die das Problem in rein geometrischer Weise behandelt.

[2]) G. Fleuriais, Gyroscope collimateur, substitution d'un repère artificiel à l'horizon de la mer. Revue maritime et coloniale. 91. 1886, S. 452. Von demselben Verfasser: Horizon gyroscopique, modèle définitif. Paris 1891.

R. v. Sterneck, Zur hydrodynamischen Theorie der Adriagezeiten.

Von Dr. A. Defant.

Im Maiheft des Jahrganges 1914 dieser Zeitschrift habe ich versucht, die Theorie der Bewegung des Wassers in einem in ein Meer mit bestimmter Gezeitenbewegung einmündenden Kanal auf das Problem der Adriagezeiten anzuwenden. Um die Ergebnisse der Theorie zu prüfen, mußte ich die komplizierten Gestaltverhältnisse der Adria schematisieren und habe in erster roher Annäherung die Adria durch einen Kanal konstanter Breite und mit Annäherung an die Mündung gleichförmig zunehmender Tiefe ersetzt. Den tatsächlichen mittleren Tiefenverhältnissen der Adria kommt diese Annäherung nicht besonders nahe, indem, wie ich zeigte, die tiefe Einbuchtung im südlichen Tiefseebecken ganz ignoriert wird. Trotzdem stehen die Ergebnisse der Theorie in sehr guter Übereinstimmung mit den Beobachtungstatsachen. Ich habe bereits damals hingewiesen, daß mit der erwähnten Abhandlung mir nicht so sehr um eine mehr oder weniger gute Übereinstimmung mit den Beobachtungstatsachen zu tun war, sondern mehr auf den Umstand aufmerksam machen wollte, daß die hydrodynamische Theorie der Gezeiten in einem in ein Meer einmündenden Kanal alle Beobachtungstatsachen der Adriagezeiten vollauf zu erklären vermag, während die früher aufgestellten Theorien dies nicht leisten konnten. Dies glaube ich auch in der erwähnten Abhandlung nachgewiesen zu haben und dazu genügte betreffs der Tiefenverhältnisse eine rohere Annäherung an die Wirklichkeit, als sie vielleicht durch einen entsprechend komplizierten Rechenapparat hätte erreicht werden können. Daß auch bei komplizierteren Tiefenverhältnissen die Ergebnise der Theorie nicht anders ausfallen und auch dann den Beobachtungstatsachen vollauf genügen, wollte ich später einmal, wenn mir mehr Zeit zur Verfügung steht, detaillierter nachweisen.

R. v. Sterneck (Graz) hat nun in einer jüngst in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie erschienenen Abhandlung[1]) in einer anderen Beziehung diese Aufgabe zu lösen gesucht; nach seiner Methode benötigt man keiner Annahme über Breiten- und Tiefenverhältnisse der Adria, sowie ist es nach ihr nicht notwendig, die Differentialgleichungen der hydrodynamischen Theorie zu integrieren. Hierin ist seine Methode im Vorteil, weil sie den kompliziertesten Breiten- und Tiefenverhältnissen Rechnung tragen kann; andererseits gewinnt man aber durch sie allein keinen genügenden physikalischen Einblick in die Art und Weise, wie z. B. die Längsschwingungen zur Entstehung gelangen, wieso die Tiefen- und Breitenverhältnisse bestimmend auf die Lage der Knotenlinien sind. Dazu gehört die Auflösung der Differentialgleichungen für den bestimmten Fall. Die v. Sterneck'sche Methode ist dagegen dann besonders zu empfehlen, wenn man bloß nachweisen will, daß die beobachteten Schwingungen tatsächlich genau Schwingungsformen entsprechen, die nach der hydrodynamischen Theorie in einem Kanal entsprechender Breiten- und Tiefenverhältnisse auftreten sollen. Wir wollen diese Methode R. v. Sternecks hier in Kürze mitteilen, da sie auch in anderen Fällen zur Anwendung gelangen kann.

Ein Koordinatensystem liegt derart, daß der Anfangspunkt am inneren Ende des Kanals liegt, die X-Achse mit seiner Mittellinie zusammenfällt, die Y-Achse aber vertikal nach aufwärts gerichtet ist. Die Breite bzw. der Querschnitt des Kanals in der Entfernung x vom inneren Ende sei b(x) bzw. S(x). Bezeichnen wir die horizontalen Verschiebungen der Wasserteilchen mit ξ, die vertikalen mit η, so lauten die Bewegungs- und die Kontinuitätsgleichung der Hydrodynamik

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} \quad \text{und} \quad \eta = \frac{1}{b(x)} [S(x) \cdot \xi].$$

[1]) R. v. Sterneck, Zur hydrodynamischen Theorie der Adriagezeiten. Sitzungsberichte der Wiener Akad. Abt. IIa. 124. Band. Wien 1915.

Wir setzen nun ξ und η als periodische Funktionen der Zeit t voraus, also:

$$\xi = \xi_0(x)\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varepsilon\right) \quad \text{und} \quad \eta = \eta_0(x)\cos\left(\frac{2\pi t}{T} + \varepsilon\right),$$

worin T die Periode der betreffenden Längsschwingung, die mit der Periode der äußeren Gezeitenbewegung koinzidieren soll und ε eine Konstante bedeutet. Für die nur von x abhängigen Größen $\xi_0(x)$ und $\eta_0(x)$ ergeben sich nun die Differentialgleichungen

$$(1.) \quad \frac{4\pi^2}{T^2}\xi_0(x) = g\frac{d\eta_0(x)}{dx} \quad \text{und} \quad (2.) \quad \eta_0(x) = -\frac{1}{b(x)}\frac{d}{dx}[S(x)\cdot\xi_0(x)].$$

Gleichung 2 hat auch die Form

$$(2'.) \quad \xi_0(x) = -\frac{1}{S(x)}\int_0^x \eta_0(x)\,b(x)\,dx.$$

Nach ihr kann man also zu jeder gegebenen Wertereihe $\eta_0(x)$ die zugehörigen Werte $\xi_0(x)$ direkt berechnen. Gleichung 1 sagt dagegen aus, daß bei jeder theoretisch möglichen Werteverteilung der Differentialquotient $\frac{d\eta_0(x)}{dx}$ überall dem Werte $\xi_0(x)$ proportional sein muß.

Zur Ermittlung der theoretisch möglichen Werteverteilung $\eta_0(x)$ können wir nun folgendermaßen verfahren: Wir legen eine bestimmte Anzahl von Querschnitten senkrecht zur Mittellinie und ordnen jedem derselben einen bestimmten Wert $\eta_0(x)$ zu, zunächst etwa die beobachteten Amplituden. Zu diesen Werten $\eta_0(x)$ können wir nun durch numerische Integration nach Gleichung 2' die zu jedem einzelnen Querschnitt gehörigen Werte $\xi_0(x)$ berechnen. Wenn nun diese Wertereihe theoretisch möglich sein soll, müssen, wie Gleichung 1 besagt, die Änderungen von $\eta_0(x)$ von einem Querschnitt zum anderen den erhaltenen Werten $\xi_0(x)$ proportional sein. Wir nehmen also zwei der angenommenen Werte $\eta_0(x)$, etwa zwei Werte, nahe an beiden Enden, jedoch an Stellen, an denen die Beobachtungen besonders verläßlich sind, setzen ihre Differenz proportional der Gesamtsumme der dazwischen liegenden Werte von $\xi_0(x)$; den Proportionalitätsfaktor, den wir hierbei erhalten, benutzen wir dann, um von der Wertereihe $\xi_0(x)$ aus die fortlaufenden Differenzen von $\eta_0(x)$ gegen die zwei fixen Werte zu berechnen und sodann durch fortlaufende Summation eine neue Wertereihe $\eta_0(x)$ zu erhalten. Diese neue Wertereihe $\eta_0(x)$, die von der ursprünglich angenommenen mehr oder weniger abweichen wird und die man als erste Näherung an eine theoretisch mögliche Wertereihe bezeichnen kann, wird um so mehr den Differentialgleichungen 1 und 2 genügen, je mehr die erste Reihe bereits einer theoretisch möglichen Wertereihe entsprach.

Von dieser ersten Näherung $\eta_0(x)$ können wir aber neuerdings die zugehörige Wertereihe $\xi_0(x)$ aus Gleichung 2' berechnen und aus dieser wieder, genau so wie früher, eine neue Wertereihe $\eta_0(x)$, die man als zweite Näherung an eine theoretisch mögliche Wertereihe bezeichnen kann. So kommt man in weiterer Verfolgung dieser Rechnung zu weiteren Näherungen; man kann die Sache so weit treiben, daß die Wertereihen den beiden Differentialgleichungen mit aller wünschenswerten Annäherung genügen. Dies wird um so rascher der Fall sein, wenn die ursprüngliche Wertereihe, also die beobachteten Amplituden, einer theoretisch möglichen Werteverteilung bereits ziemlich nahe kamen. Eine Integration der Differentialgleichungen ist somit nicht notwendig; mit Hilfe einer entsprechend großen Zahl von Querschnitten können aber auch die kompliziertesten Gestaltverhältnisse des Kanals berücksichtigt werden. Die Periode einer auf diese Art vom hydrodynamischen Standpunkte als möglich erkannte Längsschwingung ergibt sich nun nachträglich aus Gleichung 1, die zwischen x_1 und x_2 integriert, für T^2 den Ausdruck liefert

$$(3.) \quad T^2 = \frac{4\pi^2}{g}\,\frac{\int_{x_1}^{x_2}\xi_0(x)\,dx}{\eta_0(x_2) - \eta_0(x_1)}.$$

T^2 ist, falls $\eta_0(x)$ eine theoretisch mögliche Wertereihe ist, von der Wahl der beiden Stellen x_1 und x_2 vollkommen unabhängig. Die auf diese Weise berechnete Periode muß, falls die Theorie zutreffend ist, mit der betreffenden Gezeitenperiode übereinstimmen.

Die Anwendung auf die Längsschwingungen des Adriatischen Meeres liefert ein gutes Beispiel. Das Beobachtungsmaterial ist im Wesen dasselbe, das in den früheren Besprechungen mitgeteilt wurde. Der Vollständigkeit halber teile ich hier noch folgende Tabelle mit; sie enthält in der zweiten Kolonne den Beobachtungsort; unter a′ steht die Hubhöhe der den Halbtagsgezeiten zur Zeit der Syzygien entsprechenden Längsschwingung der Adria. Das positive Vorzeichen der Hubhöhe besagt, daß das der Längsschwingung entsprechende Hochwasser an der betreffenden Stelle zur Zeit der Syzygien um 3.8^h, das negative, daß es um 9.8^h M. E. Z. eintritt. Die Tabelle enthält außerdem unter a_1 die Hubhöhen der Eintagskomponente K_1, soweit sie heute bekannt sind, darunter auch solche für den Ort Brindisi. Die Untersuchung einer kurzen Beobachtungsreihe von Brindisi ergab, daß hier die Amplitude der Eintagskomponente nahezu denselben Wert hat wie in Ragusa, daß also die Amplituden der eintägigen Längsschwingung von Ragusa bis Brindisi nahezu konstante Werte aufweisen. Die Annahme, daß die Amplituden am südlichen Ende der Adria nahezu auf Null herabsinken, entspricht also nicht den Tatsachen. Die hydrodynamische Theorie ergibt tatsächlich auch, wie ich bereits nachweisen konnte, für eintägige Längsschwingungen keine Knotenlinie an der Mündung in das Jonische Meer.

Tabelle 1.

Querschnitt	Ort	a′ cm	a_1 cm	Querschnitt	Ort	a′ cm	a_1 cm
31.0	Budua	+ 29.6		8.8	Zengg	— 22.0	
30.0	Meljine	+ 29.6	10.0	8.4	Unie	— 27.5	
28.6	Ragusa	+ 31.0	10.2	7.7	Veglia	— 20.1	
25.7	Trstenik	+ 35.0		7.5	Cherso	— 24.9	
23.1	Pelagosa	+ 29.0	12.5	7.0	Porer	— 32.3	
23.3	Makarska	+ 29.0		6.5	Pola	— 43.8	31.2
23.0	Vallegrande	+ 27.9		6.4	Rabaz	— 34.0	
21.2	Lesina	+ 25.7		6.0	Fiume	— 22.6	28.0
20.7	Lissa	+ 39.8	?	5.0	Rovigno	— 57.1	
20.4	Comisa	+ 25.0	15.6	4.3	Parenzo	— 37.1	
19.7	Spalato	+ 24.5		3.0	Pirano	— 95.8	
19.3	S. Andrea	+ 24.7	13.2	3.0	Triest	— 83.1	34.8
18.0	Rogoznica	+ 21.5		2.0	Grado	— 88.0	
17.0	Sebenico	+ 19.6	18.6	0.3	Venedig	— 57.4	
16.4	Zuri	+ 21.9		3.8	Porto Corsini	— 58.2	
14.5	Zaravecchia	+ 13.4		10.7	Ancona	— 14.5	
14.2	Sestrice	+ 15.4		14.4	S. Benedetto di Tronto	+ 16.9	
13.3	Zara	— 9.1	26.4	17.7	Ortona	+ 19.0	
13.3	Eso	+ 8.1		21.5	Tremiti	+ 38.0	
12.0	Punte bianche	0.0		23.8	Manfredonia	+ 37.0	
10.6	Premuda	— 16.3		24.1	Vieste	+ 44.0	
10.5	Novaglia	— 15.4		29.7	Bari	+ 24.7	
9.5	Lussinpiccolo	— 22.6		36.0	Brindisi	+ 26.6	9.8
9.3	Arbe	— 17.1					

Zu einer möglichst genauen Berücksichtigung der Gestaltverhältnisse der Adria verwendet v. Sterneck nunmehr 40 senkrecht zur Mittellinie gelegte Querschnitte. Die Lage der Orte in bezug auf diese Querschnitte ist in der ersten Kolonne bis auf Zehntel des Intervalls zwischen je zwei derselben angegeben.

1. Die Halbtagsgezeiten. Die Anwendung der dargelegten Methode auf die den Halbtagsgezeiten zur Zeit der Syzygien entsprechenden Längsschwingung der Adria ergab folgende Tabelle 2. Kolonne 4 enthält die jedem Querschnitt zugeordnete Hubhöhe a′, die also als doppelte Amplitude $2\eta_0$ aufgefaßt werden

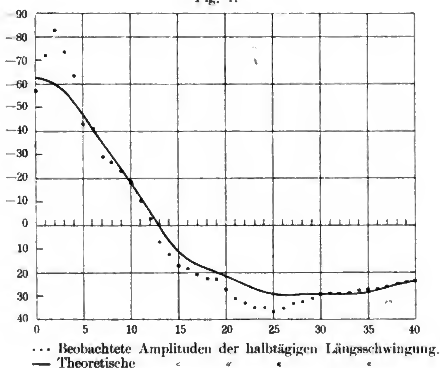
kann. Um einen mehr stetigen Verlauf derselben zu erhalten und um lokale Erscheinungen auszuschalten, wurden Triadenmittel gebildet, die in Tabelle 2 unter $2\eta_0$ (beobachtet) verzeichnet sind. Wir wollen nun nachweisen, inwieweit diese Amplitudenverteilung den Gleichungen der Hydrodynamik entspricht. Wir müssen demnach zunächst $2\xi_0$ nach Formel 2′ berechnen; die benötigten Breiten- und Querschnittswerte stehen in der 2. und 3. Kolonne, die erhaltenen Werte $2\xi_0$ in Kolonne 6. Bilden wir die Mittel je zweier dieser Werte $2\xi_0$, so gehören sie der Mitte zwischen je zwei Querschnitten an. Wir wählen nun willkürlich zwei Beobachtungsdaten von $2\eta_0$, z. B. jene der Querschnitte 6 (Pola, Fiume) und 30 (Meljine) und halten deren Differenz 69.6 cm für die folgenden Berechnungen als unveränderlich fest. Nach Formel 1 ist die Differenz proportional den Werten von $2\xi_0$; 69.6 gehört zur Summe der zwischen den Querschnitten 6 und 30 ermittelten $2\xi_0$, d. i. zu 16378. Der Quotient beträgt 0.0042496.

Tabelle 2.

Querschnitt Nr.	b(x)	S(x)	Mittel der a′	$2\eta_0$ beobachtet Triadenmittel	$2\xi_0 = -\frac{1}{S(x)}\int_0^x 2\eta_0(x)\,b(x)\,dx$	Mittel	$2\Delta\eta_0$	$2\eta_0$ 1. Näherung	$2\eta_0$ 2. Näherung	$2\eta_0$ 3. Näherung	$2\eta_0$ beobachtet − $2\eta_0$ 3. Näherung
	km	km²	cm	cm	m	m	cm	cm	cm	cm	cm
0	0	0.0	−57.4	−57.4	0	150	0.64	−66.1	−63.2	−62.2	+4.8
1	74	1.8	−72.7	−72.7	300	434	1.84	−65.5	−62.5	−65.7	−11.0
2	115	3.6	−88.0	−83.4	567	832	3.54	−63.6	−60.9	−60.1	−13.3
3	158	3.8	−89.5	−73.7	1097	1330	5.65	−60.1	−57.8	−57.1	−16.6
4	144	4.0	−43.7	−63.4	1563	1625	6.91	−54.4	−52.9	−52.5	−10.9
5	136	4.6	−57.1	−43.6	1687	1701	7.23	−47.5	−46.9	−46.6	+3.0
6	139	5.2	−30.1	−40.3	1715	1584	6.73	−40.3	−40.3	−40.3	0.0
7	185	6.9	−33.7	−29.3	1453	1369	5.83	−33.6	−34.0	−34.2	+4.9
8	184	8.6	−24.2	−26.2	1285	1305	5.55	−27.8	−28.5	−28.8	+2.6
9	178	9.0	−20.6	−21.3	1324	1332	5.66	−22.2	−23.1	−23.6	+2.3
10	165	9.4	−19.0	−18.3	1340	1396	5.93	−16.5	−17.6	−18.1	−0.2
11	147	9.0	−15.4	−11.5	1452	1498	6.37	−10.6	−11.8	−12.4	+0.9
12	149	8.6	0.0	−2.4	1543	1505	6.40	−4.2	−5.5	−6.2	+3.8
13	152	9.0	8.1	7.8	1466	1426	6.06	2.1	0.8	0.0	+7.8
14	155	9.3	15.2	12.2	1385	1173	4.99	8.2	6.8	6.0	+6.2
15	174	12.9	13.4	16.8	961	837	3.56	13.2	11.8	11.0	+5.8
16	186	16.5	21.9	18.3	713	578	2.46	16.8	15.4	14.6	+3.7
17	191	24.9	19.6	20.6	443	375	1.59	19.2	17.9	17.1	+3.5
18	184	33.3	20.3	21.5	307	315	1.34	20.8	19.5	18.8	+2.7
19	197	29.0	24.7	23.3	323	332	1.41	22.1	20.9	20.2	+3.1
20	206	24.6	24.8	26.9	340	326	1.39	23.6	22.3	21.7	+5.2
21	190	23.1	31.2	31.3	312	296	1.26	24.9	23.7	23.1	+8.2
22	181	21.5	38.0	32.6	280	275	1.17	26.2	25.1	24.6	+8.0
23	165	18.0	28.6	35.7	269	262	1.11	27.4	26.4	26.0	+9.7
24	154	14.5	40.5	35.6	255	179	0.76	28.5	27.7	27.4	+8.2
25	210	23.1	37.8	37.8	102	65	0.28	29.2	28.7	28.5	+9.3
26	200	31.6	35.0	35.5	27	10	0.04	29.5	29.2	29.1	+6.4
27	199	67.4	33.6	33.6	−8	−13	−0.06	29.6	29.4	29.3	+4.3
28	198	103.2	32.3	32.3	−18	−21	−0.09	29.5	29.4	29.4	+2.9
29	203	127.7	31.0	30.2	−23	−26	−0.11	29.4	29.4	29.4	+0.8
30	196	152.1	27.2	29.3	−28	−33	−0.14	29.3	29.3	29.3	0.0
31	200	144.7	29.6	28.6	−38	−43	−0.18	29.2	29.2	29.2	−0.6
32	205	137.2	29.0	29.0	−48	−58	−0.25	29.0	29.1	29.1	−0.1
33	198	115.8	28.4	28.4	−67	−81	−0.34	28.7	28.9	28.9	−0.5
34	200	94.4	27.8	27.8	−91	−117	−0.50	28.4	28.6	28.7	−0.9
35	181	71.3	27.2	27.2	−139	−182	−0.77	27.9	28.1	28.2	−1.0
36	146	48.2	26.6	26.6	−225	−252	−1.07	27.1	27.4	27.6	−1.0
37	132	41.6	26.0	26.0	−278	−313	−1.38	26.0	26.5	26.7	−0.7
38	111	35.0	25.4	25.4	−348	−352	−1.50	24.7	25.3	25.5	−0.1
39	84	35.6	24.8	24.8	−356	−359	−1.53	23.2	23.9	24.2	+0.6
40	79	36.2	24.2	24.2	−361			21.7	22.5	22.8	+1.4

Mit diesem Proportionalitätsfaktor multiplizieren wir alle Werte von $2\xi_0$ und erhalten so direkt die auf Grund der Gleichung 1 zu den $2\xi_0$ gehörigen Änderungen von $2\eta_0$, die wir mit $2\Delta\eta_0$ bezeichnen wollen. Durch sukzesive Addition bzw. Subtraktion derselben von den festgehaltenen Werten der Querschnitte 6 und 30 gelangt man zur 1. Näherung an die theoretische Wertereihe $2\eta_0$. Die erste Näherung stimmt, wie aus der Tabelle zu ersehen ist, in den Hauptzügen schon mit den Beobachtungen überein. Die numerischen Beträge weichen jedoch noch etwas stark voneinander ab. Zur Berechnung einer zweiten Näherung geht man nun von den Werten $2\eta_0$ der ersten Näherung aus und verfährt genau so wie im ersten Falle. Da sich noch bei der zweiten Näherung einige Abweichungen gegenüber der ersten zeigen, kann man noch eine dritte Näherung ermitteln. Die Ergebnisse der Berechnungen sowie die Unterschiede zwischen den gegebenen Beobachtungsdaten und der dritten Näherung sind in obiger Tabelle angegeben. Prozentuell sind letztere noch immer ziemlich groß, namentlich bei den Querschnitten 1 bis 4 und später bei den Querschnitten 20 bis 27. Im allgemeinen fügt sich aber doch der theoretische Verlauf der Werte $2\eta_0$ den Beobachtungsergebnissen gut an. (Siehe Fig. 1.)

Fig. 1.



··· Beobachtete Amplituden der halbtägigen Längsschwingung.
— Theoretische " " " "

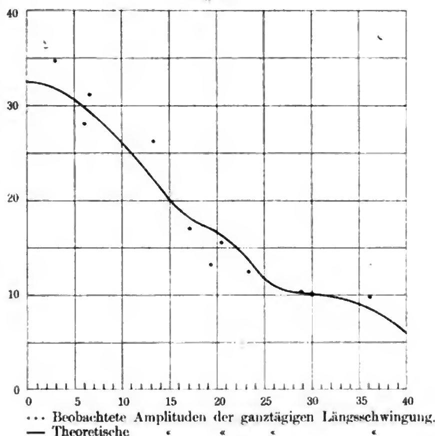
Die Knotenlinie der theoretischen Längsschwingung liegt genau beim Querschnitt 13; nach den Beobachtungen liegt sie beim Querschnitt 12, also 20 km weiter nordwestlich. Die Abweichung ist nur sehr gering. Es erübrigt noch, nach Formel 3 die Schwingungsperiode zu ermitteln. Fixieren wir x_1 und x_2 zu den Werten der Querschnitte 6 und 30, so wird $T = 42465$ Sekunden $= 11.80$ Stunden. Diese Zahl steht in guter Übereinstimmung mit der Periode der theoretischen Schwingungsdauer der Halbtagsgezeiten. Den Unterschied von 4.2 Prozent gegenüber der theoretischen Periode von 12.3 Stunden führt R. v. Sterneck auf Reibungseinflüsse zurück, die eine Verkürzung der Schwingungsperiode bewirken sollen. Auf diesen Punkt kommen wir später noch zurück.

Die von den Gleichungen 1 und 2 abhängige Theorie gibt keinen Aufschluß über die absolute Größe der Hubhöhen, solange wir keine Integration vornehmen. Man erkennt sofort, daß eine den Differentialgleichungen genügende Wertereihe der $\eta_0(x)$ und $\xi_0(x)$ auch dann noch den Differentialgleichungen genügt, wenn man sie mit einer willkürlichen Konstante multipliziert. Auch die Periode ändert sich hierbei nicht, da sich die multiplikative Konstante aus Zähler und Nenner der Formel 3 weghebt.

Die Amplituden der Schwingungen in einem in ein offenes Meer mündenden Kanal sind einerseits bestimmt dadurch, daß die Amplitude an der Mündung

des Kanals mit jener im äußeren Meere übereinstimmen muß, andererseits aber hängen sie auch davon ab, inwieweit die Eigenperiode des Kanals mit der Periode der erzwungenen Schwingungen übereinstimmt. Im Falle, daß die Eigenperiode und die Periode der erzwungenen Schwingungen nicht stark voneinander abweichen, tritt ein Mitschwingen ein, und die Amplituden erfahren überall eine Vergrößerung. Die Mündung hat sodann ebenfalls eine größere Amplitude, als sie der äußeren Gezeitenbewegung entsprechen würde, derart, daß sich beim Übergang ins offene Meer eine rasche Abnahme der Amplitude zeigen muß. Das ist nun in der Adria der Fall. Der Querschnitt 40 hat eine theoretische Hubhöhe von 22.8 cm, während sich gleich außerhalb der Straße von Otranto, in Korfu nur noch eine Hubhöhe von 12.0 cm vorfindet. Die Amplituden sind somit in der ganzen Adria nahezu doppelt so groß, als es bei einem rein erzwungenen Schwingungsvorgang mit der äußeren Gezeitenbewegung der Fall wäre.

Fig. 2.



··· Beobachtete Amplituden der ganztägigen Längsschwingung.
— Theoretische « « « «

Daß die Eigenschwingungsdauer des nordwestlich und des südöstlich der Knotenlinie gelegenen Teiles der Adria für sich Werte annehmen, die der Periode der halbtägigen Gezeiten sehr nahe kommen, hat R. v. Sterneck schon früher berechnet, indem er fand, daß der nordwestliche Teil eine Eigenperiode von 11.10, der südöstliche Teil eine solche von 12.43 Stunden aufweist. Es tritt also betreffs der halbtägigen Gezeiten der Fall des Mitschwingens ein, wodurch die sämtlichen Hubhöhen wesentlich vergrößert werden.

2. **Die Eintagsgezeiten.** Die gleiche Methode wurde auch auf die der Eintagsgezeit K_1 entsprechende Längsschwingung angewendet. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Tabelle 3 niedergelegt. Hier kommt man mit einer zweiten Näherung aus, da schon bei dieser die Unterschiede gegenüber der ersten Näherung nur in die Zehntel gehen. Auch hier wurden die beobachteten Hubhöhen der Querschnitte 6 und 30 für die Ermittlung absoluter Werte festgehalten. Figur 2 enthält den theoretischen Verlauf der Amplituden und die Beobachtungsdaten; die Übereinstimmung ist im wesentlichen sehr gut. Nach Formel 3 kann man schließlich auch die Periode dieser Längsschwingung ermitteln. Unter Zugrundelegung der Werte für die Querschnitte 6 und 30 erhält man T = 85 071 Sekunden = 23.63 Stunden, in fast vollständiger Über-

einstimmung mit der Periode von K_1, die 23.93 Stunden beträgt. Der geringe Unterschied von 1.3 % möchte R. v. Sterneck wieder einem verzögernden Einfluß der Reibung zuschreiben.

Ob auch bei der ganztägigen Längsschwingung Resonanzerscheinungen eine Rolle spielen, läßt sich durch Berechnung der freien Schwingungsdauer mit einer Knotenlinie an der Mündung der Adria entscheiden. Allerdings gibt die Beobachtung keine Anhaltspunkte für das Vorhandensein einer solchen Knotenlinie, aber wie die Integration der Differentialgleichungen in einem einfacheren Fall zeigt, spielt trotzdem bei der Bestimmung der Amplituden das Verhältnis zwischen Eigenperiode und Periode der erzwungenen Schwingungen eine wichtige Rolle.

Tabelle 3.

Querschnitt	$2\eta_0$ beobachtet cm	$2\xi_0$ cm	$2\eta_0$ 1. Näherung cm	$2\eta_0$ 2. Näherung cm	Querschnitt	$2\eta_0$ beobachtet cm	$2\xi_0$ cm	$2\eta_0$ 1. Näherung cm	$2\eta_0$ 2. Näherung cm
0	40.0	— 0	32.7	32.6	21	13.8	— 724	15.8	15.9
1	38.2	— 157	32.6	32.5	22	13.1	— 801	15.0	15.1
2	36.5	— 269	32.4	32.3	23	12.5	— 982	14.1	14.1
3	34.8	— 505	32.0	31.9	24	12.1	— 1246	12.9	12.9
4	33.0	— 737	31.4	31.3	25	11.7	— 801	11.8	11.8
5	31.3	— 837	30.5	30.5	26	11.3	— 600	11.1	11.1
6	29.6	— 902	29.6	29.6	27	11.0	— 288	10.6	10.6
7	29.2	— 818	28.7	28.7	28	10.6	— 192	10.3	10.3
8	28.7	— 781	27.8	27.9	29	10.2	— 159	10.2	10.2
9	28.2	— 861	27.0	27.0	30	10.0	— 136	10.0	10.0
10	27.8	— 927	26.0	26.0	31	10.0	— 146	9.9	9.8
11	27.3	— 1064	25.0	25.0	32	9.9	— 157	9.7	9.7
12	26.9	— 1207	23.8	23.8	33	9.9	— 189	9.5	9.5
13	26.4	— 1242	22.5	22.5	34	9.9	— 236	9.3	9.3
14	26.5	— 1286	21.1	21.2	35	9.8	— 318	9.0	9.0
15	22.5	— 987	19.9	20.0	36	9.8	— 476	8.6	8.5
16	20.6	— 819	19.0	19.0	37	9.8	— 559	8.0	8.0
17	18.6	— 572	18.2	18.3	38	9.7	— 671	7.4	7.3
18	17.2	— 448	17.7	17.8	39	9.7	— 665	6.7	6.6
19	15.8	— 536	17.2	17.3	40	9.7	— 658	6.0	5.9
20	14.4	— 657	16.6	16.6					

Die Schwingungsdauer einer freien Schwingung mit einer Knotenlinie an der Straße von Otranto beträgt bloß 16 Stunden[1]). R. v. Sterneck erhält unter Zugrundelegung der 40 Querschnitte die Eigenperiode zu 15.09 Stunden. R. Witting findet aus meinen Ausmessungsresultaten $T = 15.6$ Stunden, und wenn man den seichteren innersten Teil unberücksichtigt läßt, $T = 16.4$ Stunden. Bei den ganztägigen Gezeiten ist demnach an ein wesentliches Mitschwingen der Adriabucht bei der Ausbildung der Längsschwingungen von nahezu 24 Stunden nicht zu denken. Die ganztägigen Gezeiten sind wohl unter Einwirkung einer periodischen Kraft rein erzwungene Schwingungen.

Wie bereits erwähnt, ergibt sich die aus den Beobachtungen abgeleitete Periodendauer der halbtägigen Längsschwingungen zu 11.80 Stunden gegen den theoretischen Wert von 12.3 Stunden, also eine Verkürzung um 4.2 %. Bei der ganztägigen Längsschwingung ist der Unterschied klein: 23.63 Stunden gegen 23.93 Stunden, also eine Verkürzung um 1.3 %. Diese Verkürzung der Schwingungsdauer führt v. Sterneck auf Reibungserscheinungen zurück. Diese Erklärungsmöglichkeit hat jedoch einige theoretische Bedenken.

[1]) In dieser Zeitschrift 1911 habe ich nach Darlegung der japanischen Methode die Eigenschwingungen der Adria zu ermitteln gesucht; hierbei ist mir unerklärlicherweise, wie R. Witting (Tidvattnen i Österjön och Zinska viken, Helsingfors 1911) aufmerksam machte, was mir bisher entging, eine Reihe von Rechenfehlern unterlaufen, die das Resultat wesentlich ändern. Mit meinen Ausmessungsergebnissen fand R. Witting für eine Seiche mit einer Knotenlinie an der Straße von Otranto nicht 22 Stunden, sondern bloß 15.6 Stunden. Eine Seiche von etwa 23 Stunden Dauer, wie sie nach v. Keßlitz mitunter in Pola auftritt, ist dann natürlich aus den Dimensionen der Adria nicht zu erklären.

Die Reibung bewirkt keine Verkürzung der Periodendauer einer erzwungenen Schwingung, nur eine Phasendifferenz zwischen dem tatsächlichen Schwingungsvorgang und dem Schwingungsvorgang der periodischen, die Schwingungen im System erzeugenden Kraft. Es kann wohl nicht anders der Fall sein, sonst müßte der Phasenunterschied zwischen den beiden Schwingungsvorgängen von Periode zu Periode zunehmen. Der Einfluß der Reibung besteht in einer Verzögerung des Schwingungsvorganges gegenüber dem der periodischen Kraft; es hinken die erzwungenen Schwingungen des Systems gegen jene der periodischen Kraft etwas nach, ohne daß aber die Periode der Schwingungen eine andere wäre. Anders verhält es sich, wenn wir es mit ausdrücklich freien Schwingungen zu tun hätten. Hier bewirkt die Reibung eine Verkürzung der Eigenperiode, und zwar ist die Periode der freien Schwingungen $T' = \frac{2\pi}{\sqrt{n^2 - \varepsilon^2}}$, wenn $T = \frac{2\pi}{n}$ die Eigenperiode bei Abwesenheit jeglicher Reibung und ε die Reibungs- (bzw. Dämpfungs-) Konstante ist. Ich habe die diesbezüglichen theoretischen Grundlagen vor kurzem in dieser Zeitschrift ausführlich dargelegt[1]). Die gefundenen Verkürzungen können somit, fassen wir die Längsschwingungen als auf Einwirkung von Gezeitenkräften erzwungene Schwingungen auf, nicht als Reibungserscheinungen hingenommen werden. Der Unterschied ist übrigens so klein, daß er wohl in den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern seinen Grund haben kann. Die Perioden der erzwungenen Schwingungen müssen auch bei Reibung mit den entsprechenden Perioden der sie erzeugenden Kräfte übereinstimmen. Die Perioden der Längsschwingungen der Adria müssen demnach genau 12.3 bzw. bei K_1 23.93 Stunden betragen.

3. Der Einfluß der Erdrotation auf die ganztägigen Längsschwingungen. Die bei den halbtägigen Gezeiten vorhandene Amphidromie ist, wie aus früheren Untersuchungen folgt[2]), durch den Einfluß der Erdrotation auf die halbtägigen Längsschwingungen zu erklären. Da auch bei den ganztägigen Längsschwingungen bestimmte Horizontalverschiebungen der Wasserteilchen vorhanden sind, müssen auch hier unter dem Einfluß der Erdrotation Querschwingungen auftreten. R. v. Sterneck hat aus den gegebenen Werten der Horizontalverschiebungen $2\,\xi_0\,(x)$ nach derselben a. a. O. mitgeteilten Methode auch für die Partialtide K_1 die Querschwingungen zu berechnen versucht. Man berechnet zunächst die Maximalgeschwindigkeit v, mit der sich die Teilchen jedes einzelnen Querschnittes 6 Stunden vor und nach dem Eintritt des Hochwassers der Längsschwingungen verschieben. Aus diesen ergibt sich sodann der Winkel α, den die Vertikale mit der Resultierenden zwischen Erdschwere und die durch die Erdrotation bedingte ablenkende Kraft bildet aus $\operatorname{tag} \alpha = \frac{2\,\omega\, v \sin\varphi}{g}$ $= 0.000.000.103.33\, v$ (v in cm per Sek.).

b tag α gibt sodann die Hubhöhe der Querschwingung an den Küsten, wenn b die Breite des betreffenden Querschnittes bedeutet. Das Hochwasser der Querschwingung erfolgt

Querschnitt	v in cm/sec	b tag α cm	Querschnitt	v in cm/sec	b tag α cm
0	0.00	0.00	22	2.80	5.23
2	0.87	1.04	24	4.39	6.98
4	2.46	3.66	26	2.12	4.38
6	3.08	4.42	28	0.68	1.39
8	2.71	5.15	30	0.48	0.98
10	3.22	5.48	32	0.55	1.17
12	4.16	6.41	34	0.84	1.72
14	4.39	7.02	36	1.68	2.54
16	2.78	5.34	38	2.38	2.71
18	1.53	2.91	40	2.31	1.88
20	2.27	4.82			

[1]) Theoretische Überlegungen über Seespiegelschwankungen in Seen und Meeresbuchten; diese Zeitschrift 1916, S. 29.

[2]) Diese Zeitschrift Mai 1914, S. 279 und Oktober 1914, S. 556

an der Ostküste der Adria 6 Stunden vor jenem der Längsschwingung, an der italienischen Küste 6 Stunden nach dem Hochwasser. Die Eintrittszeit des Hochwassers von K_1 wird demnach an der dalmatinischen Küste eine Verfrühung gegenüber jenem der Längsschwingung aufweisen. Es ergibt sich dies tatsächlich; gegenüber den Kappazahlen von Triest weisen sämtliche Stationen bis auf Pelagosa und S. Andrea eine kleine, kaum eine Stunde übersteigende Verfrühung des Hochwassers auf. Auch der theoretische Betrag der Verfrühung gegen Triest stimmt befriedigend, wie folgende kleine Tabelle zeigt. Im übrigen

	Triest	Pola	Fiume	Zara	Sebenico	Comisa	Ragusa	Melijne	Pelagosa	S. Andrea
Beobachtete Verfrühung gegen Triest in Stunden	0.0	0.1	0.3	0.2	0.9	0.9	0.8	1.2	—0.03	— 0.1
Theoretische » » » »	0.0	0.0	0.3	0.7	0.5	0.2	0.2	0.1	—0.3	— 0.3

handelt es sich hier um ganz minimale Beträge. Der Einfluß der Erdrotation auf die Eintagsgezeit K_1 zeigt sich also nicht wie bei den Halbtagsgezeiten im Entstehen einer Amphidromie, sondern nur in ganz kleinen, eine Stunde kaum übersteigenden Verschiedenheiten der Eintrittszeiten des dieser Komponente entsprechenden Hochwassers in den Stationen der Ostküste. Durch diese Untersuchung v. Sternecks erledigt sich auch v. Keßlitz' Einwand, den ich in dieser Zeitschrift[1]) bei Besprechung der Untersuchungen über den Einfluß der Erdrotation auf die halbtägigen Gezeiten der Adria vorgebracht habe.

Auch aus dieser Diskussion der bisher vorliegenden Beobachtungsdaten über die Gezeiten der Adria ergibt sich das Resultat, daß die Adriagezeiten keine selbständigen Gezeiten sind; sie sind auf Impulse aus dem Jonischen Meere zurückzuführen und stellen also Erscheinungen dar, die durch das erzwungene Mitschwingen der Adria mit den Gezeiten des Jonischen Meeres vom hydrodynamischen Standpunkte vollauf erklärt werden können. Die halbtägigen Gezeiten sind infolge des Umstandes, daß die Eigenperiode der Adria nahe der Periode der halbtägigen Gezeitenkräfte liegt, besonders kräftig entwickelt, und es kommt ihnen infolgedessen fast der Charakter von freien Schwingungen zu.

Wien. k. k. Zentralanstalt für Meteorologie u. Geodynamik. Oktober 1915.

Die Eisverhältnisse an den deutschen Küsten im Winter 1914/15.

(Amtlich)

In dienstlichem Auftrage bearbeitet von R. Winters.

(Hierzu Tafel 2.)

a. Die Art der Berichterstattung und Allgemeines.

Auch während des Kriegs-Winterhalbjahres 1914/15 wurden von 32 Beobachtungsstationen der Ostsee und 23 Stationen der Nordseeküste die festgestellten Eisverhältnisse der Deutschen Seewarte, wie in den früheren Jahren, übermittelt. Dieses geschah in doppelter Form, einmal in der Art telegraphischer Meldung — nur an den Wochentagen — und ferner in zusammenfassenden Monatsberichten, die noch Angaben über die Dicke des Eises, über die Wirkungen von Ebbe und Flut auf die Eisbewegungen usw., sowie die in den telegraphischen Meldungen fehlenden Eisbeobachtungen an den Sonn- und Festtagen enthielten. Die an den Wochentagen erfolgenden telegraphischen Eismeldungen wurden von den einzelnen Beobachtungsstationen der Ostsee dem Kaiserlichen Küstenbezirksamt in Kiel und

[1]) Diese Zeitschrift 1914, S. 560 bis 561.

von denen der Nordsee dem Kaiserlichen Küstenbezirksamt in Wilhelmshaven übersandt; auf den Küstenbezirksämtern zu Sammeltelegrammen zusammengestellt, wurden diese Telegramme an bestimmte Behörden, darunter die Deutsche Seewarte, sofort telegraphisch weitergegeben. Eine Unterbrechung der Eisbeobachtungen und Eismeldungen während des Winterhalbjahres fand nur auf der Station Memel statt, verursacht durch den Einfall der Russen in die Stadt Memel während der Zeit vom 19. bis 23. März 1915.

Von einer Veröffentlichung der täglichen Eismeldungen im allgemeinen, sowie auch in den Wetterberichten der Deutschen Seewarte mußte aus militärischen Gründen abgesehen werden.

Auf Grund der von den Stationen eingesandten Monatsübersichten über die Eisverhältnisse und Monatsberichte wurde nach Schluß der Eisberichterstattung eine entsprechende tabellarische Übersicht über die Eisverhältnisse des ganzen Winters zusammengestellt. Diese Übersicht ist in zwei Tabellen (I und II) hier beigefügt und gewährt ein ziemlich klares Bild der Eisbesetzung an den verschiedenen Teilen der Küste. Für eine jede Station sind acht verschiedene Angaben vorgesehen. Die erste Horizontalreihe enthält die Summe der Tage, an denen während des Winters eine schwache, die Schiffahrt nicht hindernde Eisbesetzung festgestellt worden ist; die nächsten vier Reihen ergeben die Zahl der Tage, an denen die Segelschiffahrt durch Eis erschwert war, die Segelschiffahrt geschlossen werden mußte, die Dampfschiffahrt nicht mehr möglich war und an denen endlich Eisbrecher tätig waren. Die mit Nummer 6 bezeichnete Zeile ergibt sodann die Zahl aller Tage, von denen überhaupt Eismeldungen vorliegen, und die beiden letzten Reihen enthalten schließlich das Datum der ersten bzw. letzten Eismeldung des Winters.

Hervorzuheben sind noch die von einzelnen Seeuferstaaten übersandten tabellarischen Eisbeobachtungen in verschiedenen Häfen; auch diese bilden ein wertvolles Material und wurden bei der vorliegenden Beschreibung der Eisverhältnisse an den deutschen Küsten zur Kontrolle bzw. Ergänzung der auf den obengenannten Tabellen aufgeführten Eisbeobachtungsstationen benutzt.

Ein Blick auf die tabellarischen Übersichten läßt große Unterschiede in der Eisbildung an den verschiedenen Stationen erkennen. Selbst benachbarte Beobachtungsstellen weisen vielfach nicht unerhebliche Verschiedenheiten in der Dauer und Stärke der Eisbildung auf. Der Grund hierfür liegt fraglos nicht in erster Linie an den Abweichungen der Temperaturverhältnisse, da diese für benachbarte Stationen erfahrungsgemäß nur wenig voneinander abweichen; die Unterschiede sind vielmehr auf die örtlichen Eigentümlichkeiten und die geographischen Lagen der Beobachtungsstellen, die Gezeitenströmungen, die Tiefenverhältnisse, den jeweiligen Salzgehalt des Wassers und die Windverhältnisse zurückzuführen. So bedeutend aber auch Einflüsse solcher Art in ihrer Wirkung hervortreten können, so regelt sich doch ganz überwiegend die Eisbesetzung durch die thermischen Verhältnisse der Luft, dargestellt durch die Intensität, Dauer und Häufigkeit des Frostes.

Die folgende kleine Tabelle gibt für die Orte Borkum, Keitum, Rügenwaldermünde und Memel die Abweichungen der Mitteltemperatur der Wintermonate 1914/15 von den langjährigen Mittelwerten. Die mit + bezeichneten Werte liegen über und die mit — bezeichneten unter den langjährigen Mittelwerten.

Monate	Borkum	Keitum	Rügenwaldermünde	Memel
November 1914	+0.5	+0.2	−0.5	−2.0
Dezember "	+2.6	+2.5	+3.2	+3.4
Januar 1915	+2.3	+0.9	+1.6	+0.6
Februar "	+0.6	+0.7	+1.0	+0.5
März "	+0.1	−0.3	1.4	−2.9
April "	+0.2	+0.5	+0	+0.1

Es zeigt sich zunächst, daß der ganze Winter in der Nordsee und die Monate Dezember, Januar und Februar in der Ostsee verhältnismäßig milde, dagegen in der östlichen Ostsee die Monate November und namentlich März ziemlich kalt waren. Um die einzelnen Frostzeiträume zu kennzeichnen, ist auf Tafel 2 ein Bild des Temperaturverlaufs der in der vorstehenden Tabelle aufgeführten Orte gegeben, das durch Bildung von fünftägigen Mitteln der Lufttemperatur gewonnen wurde. Die Frostperioden sind hierin durch Schraffierung hervorgehoben; sie lassen den engen Zusammenhang mit den Eisverhältnissen an den Küsten erkennen. Es tritt wieder die typische Erscheinung hervor, daß die östliche Ostsee den anhaltendsten und stärksten Frost und dementsprechend auch die größte Zahl von Eistagen und die stärkste Eisbesetzung aufzuweisen hat, während die Temperatur und die Eisverhältnisse an der westlichen Ostseeküste günstiger, am günstigsten aber an der Nordseeküste waren.

Im Gegensatz zu dem vorjährigen Winter setzte der Frost in der Ostsee sehr früh, in der dritten Pentade des November ein, so daß die ersten Eismeldungen aus der östlichen und mittleren Ostsee bereits am 23. November hier eingingen. Der Monat Dezember war an der ganzen deutschen Küste sehr milde und vom 9. bis 24. Dezember waren alle Stationen eisfrei. Während die östliche Ostsee in den folgenden Monaten bis in den Monat April mehrere, schnell aufeinander folgende Frostperioden aufweist, hatte die Nordsee nur an einigen Stellen kurze und schwache Frostperioden.

Nordseeküste.

Die Temperaturkurven von Borkum und Keitum (Sylt) auf Tafel 2 lassen erkennen, daß von nennenswertem Frost im letzten Winter an der Nordseeküste kaum die Rede sein kann. In Borkum herrschte in der zweiten Pentade des Monats Februar Frost nur an wenigen Tagen in Stärke von einem halben Grad im Mittel. In der Kurve von Keitum (Sylt) zeigen zwei kurze Frostperioden, die eine Ende Januar und eine zweite Anfang Februar, einen Frost von ungefähr 1 Grad an; außerdem war auf Sylt in der vierten Pentade des Monats März geringer Frost von ganz kurzer Dauer. Der Temperatur entsprechend waren auch an der Nordseeküste die Eisverhältnisse des Winters 1914/15 noch günstiger als im schon sehr günstigen Vorwinter.

Die Dampfschiffahrt war gänzlich unbehindert, ein Schluß der Segelschiffahrt trat nicht ein, und die erschwerte Segelschiffahrt meldeten Tönning an 12, Glückstadt an 8, Brunshausen an 1, Harburg an 2, Wangeroog und Norderney an je 1, Nesserland vorliegendes Emsgebiet und Nesserland Hafeneinfahrt an 2 bzw. 3 Tagen. Im Emdener Außenhafen und Innenhafen war während des ganzen Winters keine Behinderung der Schiffahrt durch Eis eingetreten. Bei Leerort hatte die Emsfähre den Güterverkehr am 6. und 7. Februar, am letzteren Tage auch den Personenverkehr nur auf wenige Stunden, Eises halber, eingestellt. Die Summe aller Tage, an denen überhaupt Eismeldungen vorliegen, blieb auf allen Stationen der Nordsee bedeutend gegen die des Vorjahres und gegen die mittlere Anzahl des achtjährigen Zeitraumes 1903/04 bis 1910/11 (vgl. diese Zeitschrift, Jahrg. 1911, S. 633) zurück.

Ostseeküste.

Wie in den früheren Jahren, gestalteten sich die Eisverhältnisse auch diesmal an der deutschen Ostseeküste weit ungünstiger als an der Nordseeküste, und zwar ostwärts fortschreitend in zunehmendem Maße, hauptsächlich veranlaßt durch die den mittleren Verhältnissen entsprechende, auch in diesem Jahre beobachtete Abnahme der Temperatur von Westen nach Osten. Diese Temperaturverteilung zeigen deutlich die Temperaturkurven von Rügenwaldermünde und Memel (Tafel 2). Die Kurve von Rügenwaldermünde zeigt sechs Frostperioden von verschiedener Dauer und Stärke an, und zwar die erste bereits Ende November 1914 und die letzte noch Anfang April 1915. Anfang März fiel die mittlere Temperatur des genannten Ortes in der vierten Frostperiode auf — 4.2 .

Tabelle I.

Ostsee. **Übersicht über die Eisverhältnisse an den deutschen Küsten.** Winter 1914/15.

	1 Memel, See	2 Memel, Revier	3 Brüsterort	4 Pillau, See	4a Pillau, Hafen	5 Frisches Haff bis Königsberg	6 Frisches Haff bis Elbing	7 Neufahrwasser bis Danzig	8 Hela	9 Rixhöft	10 Stolpmünde	11 Kolberg, Hafen	12 Swinemünde, Hafen	13 Stettiner Haff bis Stettin	14 Greifswalder Oie	15 Thiessow- (östl. Einf. in d. Bodden) Revier (bis Stralsund)	16 Arkona	17 Wittower Posthaus, Fahrwasser	18 Barhöft (nördl. Einf. in d. Bodden bis Stralsund)	19 Darsserort	20 Warnemünde bis Rostock	21 Fahrwasser nach Wismar	22 Travemünde bis Lübeck	23 Marienleuchte	24 Westermarkelsdorf	25 Fehmarnsund	26 Kieler Hafen	27 Kaiser-Wilhelm-Kanal (bis Brunsbüttel)	28 Eider (von Rendsburg bis Hohner Fähre)	29 Eckernförde, Hafen	30 Schleimünde bis Schleswig	31 Flensburger Außenförde	32 Flensburger Hafen	33 Sonderburg und Alsensund	34 Apenrade und Förde	35 Aarösund und Kleiner Belt	36 Haderslebener Förde	38 Friedrichsort
Zahl der Tage																																						
1. mit Eis ohne Behinderung der Schiffahrt:	1	51	2	32	69	1	5	23	0	10	5	6	4	7	8	17	—	6	14	4	16	4	14	—	0	0	—	—	3	—	9	0	0	0	20	1	2	—
2. mit durch Eis erschwerter Segelschiffahrt:	0	14	0	0	0	8	3	2	0	0	0	0	30	22	5	0	—	11	11	0	12	17	0	—	0	0	—	—	11	—	10	0	0	0	0	0	25	—
3. mit Schluß der Segelschiffahrt:	0	0	0	0	0	8	48	8	0	0	0	0	11	48	0	15	—	26	21	0	15	0	0	—	0	0	—	—	1	—	2	0	0	0	0	0	0	—
4. mit Schluß der Dampfschiffahrt:	0	0	0	0	0	91	34	0	0	0	0	0	0	0	0	20	—	10	19	0	0	0	0	—	0	0	—	—	0	—	0	0	0	0	0	0	0	—
5. an denen Eisbrecher tätig waren:	0	3	0	0	28	96	0	6	0	0	2	0	0	48	0	0	—	0	0	0	0	0	0	—	0	0	—	—	0	—	0	0	0	0	0	0	0	—
6. Summe aller Tage, von denen überhaupt Eismeldungen vorliegen:	1	65	2	32	69	108	90	33	0	10	5	6	45	77	13	52	—	53	65	4	43	21	14	—	0	0	—	—	15	—	21	0	0	0	20	1	27	—
7. Erste Eismeldung:	11. III.	23. XI.	11. II.	24. XI.	24. XI.	24. XI.	24. XI.	20. I.		21. I.	1. II.	21. I.	20. I.	6. I.	29. I.	21. I.	—	21. I.	23. I.	22. I.	22. I.	29. I.	1. II.	—			—	—	20. I.	—	4. II.				19. I.	19. I.	18. I.	—
8. Letzte Eismeldung:	11. III.	9. IV.	9. III.	30. III.	31. III.	7. IV.	26. III.	14. III.		15. II.	8. II.	7. II.	14. III.	23. III.	11. III.	15. III.	—	21. III.	30. III.	8. II.	9. III.	19. II.	14. II.	—			—	—	18. II.	—	24. II.				31. III.	19. I.	20. III.	—

Tabelle II.

Nordsee. Übersicht über die Eisverhältnisse an den deutschen Küsten. Winter 1914/15.

Zahl der Tage

Nr.	Station	1. mit Eis ohne Behinderung der Schiffahrt	2. mit durch Eis erschwerter Segelschiffahrt	3. mit Schluß der Segelschiffahrt	4. mit Schluß der Dampfschiffahrt	5. an denen Eisbrecher tätig waren	6. Summe aller Tage, von denen überhaupt Eismeldungen vorliegen	7. Erste Eismeldung	8. Letzte Eismeldung
52	Ellenbogen, Seegebiet u. Listertief	—	—	—	—	—	—	—	—
53	Amrum, Schmaltief	0	0	0	0	0	0		
54	Amrum, Vortrapptief	0	0	0	0	0	0		
55	Husum, Hafen und Aue	—	—	—	—	—	—	—	—
56	Tönning, Eider	1	12	0	0	0	13	30. I.	14. II.
59	Neuwerk, Elbe bis Cuxhaven	—	—	—	—	—	—	—	—
60	Cuxhaven, sichtbares Elbegebiet	—	—	—	—	—	—	—	—
61	Cuxhaven, Hafen und Einfahrten	—	—	—	—	—	—	—	—
62	Brunsbüttelkoog, sichtb. Elbegebiet	15	0	0	0	0	15	29. I.	14. II.
63	Brunsbüttelkoog, Kanaleinfahrt und Hafen	17	0	0	0	0	17	29. I.	14. II.
64	Glückstadt, sichtbares Elbegebiet	8	8	0	0	1	16	30. I.	15. II.
65	Brunshausen, sichtbares Elbegebiet	13	1	0	0	8	14	29. I.	13. II.
66	Altona, sichtb. Elbegebiet mit Hafen	16	0	0	0	0	16	29. I.	13. II.
67	Hamburg, sichtbares Elbegebiet mit Hafen	12	0	0	0	3	12	29. I.	13 II.
68	Harburg, sichtbares Elbegebiet mit Hafen	18	2	0	0	3	20	23. I.	13. II.
70	Roter Sand, Wesermündung	0	0	0	0	0	0		
71	Roter Sand, Alte Jade	0	0	0	0	0	0		
72	Hoher Weg, sichtb. Wesergebiet	0	0	0	0	0	0		
73	Bremerhaven, sichtb. Wesergebiet	—	—	—	—	—	—	—	—
74	Brake, sichtb. Wesergebiet m. Hafen	7	0	0	0	0	7	30. I.	9. II.
75	Bremen, sichtbares Wesergebiet mit Hafen	5	0	0	0	0	5	29. I.	2. II.
76	Helgoland	—	—	—	—	—	—	—	—
77	Jade	—	—	—	—	—	—	—	—
78	Wangeroog { Außenjade, Wangeroog. Fahrw.	—	—	—	—	—	—	—	—
79	Schillighörn, sichtb. Wesergebiet	0	0	0	0	0	0		
80	Wilhelmshaven, Innenjade	—	—	—	—	—	—	—	—
81	Wilhelmshaven, Hafeneinfahrten	—	—	—	—	—	—	—	—
83	Wangeroog, Harle	1	0	0	0	0	1	7. II.	7. II.
84	Wangeroog, Watten	1	1	0	0	0	2	7. II.	8. II.
85	Norderney, Seegat	1	0	0	0	0	1	9. II.	9. II.
86	Norderney, Watten	3	1	0	0	0	4	7. II.	10. II.
88	Borkum, Hubertgat	—	—	—	—	—	—	—	—
89	Borkum, Westerems u. Riffgat	—	—	—	—	—	—	—	—
90	Borkum, Osterems	—	—	—	—	—	—	—	—
91	Borkum, Fischerbalje	—	—	—	—	—	—	—	—
92	Nesserland, vorliegendes Emsgebiet	0	2	0	0	0	2	8. II.	9. II.
93	Nesserland, Hafeneinfahrten	0	3	0	0	0	3	8. II.	10. II.
94	Belumerschanze, Oste	0	17	0	0	0	17	29. I.	14. II.

In der Kurve von Memel stellen diese sechs Frostperioden, mit Ausnahme der ersten, eine fast andauernde Frostzeit dar, während der zu Anfang März die mittlere Temperatur bis zu 10.6° unter Null fiel. Da im Vergleich zum Vorjahre der Frost in der östlichen Ostsee stärker und anhaltender war, so ist auch dementsprechend die Eisbildung in diesem Teil der Ostsee größer als im Vorjahre gewesen. Die meisten Stationen der deutschen Ostseeküste weisen in diesem Winter eine wesentlich größere Anzahl Eistage auf, wobei die Binnengewässer besonders auffallen. Z. B. hatte das Frische Haff bis Königsberg 108 gegen 75, Frisches Haff bis Elbing 90 gegen 39, Stettiner Haff 77 gegen 37, östliche Einfahrt in den Greifswalder Bodden bei Thiessow 52 gegen 20, nördliche Einfahrt nach Stralsund bei Barhöft 65 gegen 21 und das Fahrwasser bei Wittower Posthaus 53 gegen 16 Eistage im Vorjahre. Infolgedessen war die Eisbrechertätigkeit auch eine lebhaftere.

a. Die schleswig-holsteinische Ostküste.

Hier blieb im Winter 1914/15 die Dampfschiffahrt, wie auch im Vorjahre, während des ganzen Winters möglich. Die Segelschiffahrt war nur in den wegen ihrer mehr binnenländlichen Lage benachteiligten Gewässern an wenigen Tagen geschlossen. Für das Fahrwasser Rendsburg bis Hohner Fähre wurde an einem Tage und für Schleimünde bis Schleswig an zwei Tagen Schluß der Segelschiffahrt gemeldet. Erschwert war dagegen die Segelschiffahrt in diesen Gewässern an 11 bzw. 10 Tagen, und auf der Haderslebener Föhrde sogar an 25 Tagen. Von Kiel und Eckernförde erfolgte in diesem Winter aus militärischen Gründen keine Eismeldung. Apenrade meldete an 20 Tagen Eis ohne Behinderung der Schiffahrt, im übrigen ist keine nennenswerte Eisbildung an der Küste zu berichten gewesen.

b. Die Rügener Fahrwasser.

In diesen Gewässern macht sich schon die Annäherung an den Osten stark bemerkbar. Über die Eisverhältnisse um Rügen melden drei Stationen. Die Station Thiessow berichtet über die östliche Einfahrt in den Greifswalder Bodden bis Stralsund, die Station Barhöft über die nördliche Einfahrt in den Bodden bis Stralsund und die Station Wittower Posthaus über die Eisverhältnisse des westlich der Insel Rügen gelegenen Fahrwassers. In diesen Gewässern hatte der Frost des Winters 1914/15 einen starken Einfluß auf die Schiffahrt, die von Thiessow an 20 Tagen, vom Wittower Posthaus an 10 und von Barhöft an 19 Tagen als gänzlich geschlossen gemeldet wurde. Diesen Zahlen stehen die vorjährigen Angaben mit 5, 0 und 2 gegenüber, dagegen weichen die Zahlen für 1914/15 der Tage mit gänzlichem Schluß der Schiffahrt von dem Mittel der letzten 10 Jahre nicht erheblich ab. Für Segler entstanden in den erwähnten Gewässern noch an 15, 26 bzw. 21 Tagen Schwierigkeiten, so daß auch die Segelschiffahrt während dieser Zeit eingestellt werden mußte.

c. Die Haffe.

Wie es sich bisher stets gezeigt hat, so waren auch im Winter 1914/15 die weitaus stärksten Eisbildungen wieder im Frischen Haff. Es wirken eben mehrere Faktoren zusammen. Nicht nur ist hier, wie das Temperaturdiagramm erweist, die Kältezufuhr schon erheblich viel stärker, sondern es kommt auch erheblich in Betracht einmal die verhältnismäßig geringe Tiefe im Haff, die eine schnelle und durchgreifende Abkühlung des Wassers ermöglicht, sodann auch wohl die geringere Wellenbewegung gegenüber den nach der See zu offenen Küstenstationen.

Während im Stettiner Haff das Fahrwasser für den Schiffsverkehr durch Eisbrecher, die hier an 48 Tagen tätig waren, offen gehalten werden konnte, waren im Frischen Haff bis Königsberg an 91 Tagen und im Frischen Haff bis Elbing an 34 Tagen die Dampfschiffahrt und die Segelschiffahrt an 8 bzw. 48 Tagen geschlossen. Diese Zahlen übertreffen die vorjährigen Angaben ganz

bedeutend, was wohl namentlich auf die lange Dauer des Frostes im Vergleich zum Vorjahre zurückzuführen ist; wurde doch erst am 7. April 1915 das Frische Haff bis Königsberg und am 26. März das Frische Haff bis Elbing eisfrei gemeldet.

d. Häfen und Flußmündungen.

Es waren im Winter 1914/15 die Eisverhältnisse der Häfen und Flußmündungen am ungünstigsten im Fahrwasser Warnemünde bis Rostock und im Hafen von Swinemünde, wo die Segelschiffahrt an 15 bzw. 11 Tagen geschlossen war. Im Vorjahre war die Segelschiffahrt in Swinemünde während des ganzen Winters offen und auf dem Fahrwasser Warnemünde bis Rostock nur an 6 Tagen durch Eis gesperrt. Das Fahrwasser von Neufahrwasser bis Danzig war im Winter 1914/15 für 8 Tage der Segelschiffahrt verschlossen, während diese im ganzen vorjährigen Winter hier stattfinden konnte. Der Schluß der Segelschiffahrt fiel in den zuerst genannten Gewässern zum größten Teil in die erste Hälfte des Monats Februar 1915, zu welcher Zeit die damals vorherrschenden östlichen Winde das Eis am Abtreiben nach See verhinderten. Dieses war namentlich in der Swinemünder Bucht der Fall.

Von den übrigen Häfen der Ostsee wurde kein Schluß der Schiffahrt im Winter 1914/15 gemeldet, wohl aber durch Eis behinderte Segelschiffahrt, und zwar aus Memel an 14 Tagen und auf dem Fahrwasser nach Wismar an 17 Tagen.

Die Häfen der britischen Kolonie Neufundland.

(Amtlich) [Fortsetzung.]

3. Häfen am südlichen Teile der Ostküste Neufundlands.

Rocky-Bucht.

Quellen und Karten siehe Bonavista-Bucht S. 34.

Die **Rocky-Bucht** ist eine Förde, sie liegt südwestlich von der kleinen Beaches-Bucht und schneidet in westlicher Richtung 4 Sm weit in das Land ein. Die kleine Black Duck-Bucht liegt an der Nordseite, Northwest-Arm in der Nordwestecke und der Ankerplatz ist südlich von den Bard-Inseln an der Südostseite der Rocky-Bucht.

Landmarken. Zwischen Lakeman- und Cottel-Eiland, an der Nordwestseite des Bloody-Raks, $1^1/_4$ Sm innerhalb seiner Einfahrt, liegen die White-Inselchen. Martin Shepherd-Inseln heißen die beiden Inseln südwestlich von Cottel-Eiland; unreiner Grund erstreckt sich von der nordöstlichen Shepherd-Insel $1^1/_2$ Kblg weit in das Bloody-Rak hinein. Broad-Eiland ist die Fortsetzung der Shepherd-Inseln. Die Bloody-Huk, südwestlich von Broad-Eiland, ist steil und 105 m (346′) hoch, Wolf-Eiland am Eingang der Bloody-Bucht ist 47 m (153′) hoch. Mouse-Eiland, 19 m (63′) hoch, liegt mitten im Bloody-Rak, rw. 211° (mw. SWzW$^1/_2$W) $2^3/_4$ Sm vom Südende Lakeman-Eilands. Die Beaches-Huk, $^3/_4$ Sm südwestlich von Lakeman-Eiland, an der Nordwestseite des Bloody-Raks, ist 83 m (271′) hoch und besteht aus drei durch Sandstrand miteinander verbundenen Hügeln. Die Rocky-Inseln liegen an der Südseite der Einfahrt, und das Shag-Inselchen, eine Klippe über Wasser, liegt in der Einfahrt nach der Rocky-Bucht. Black Duck-Eiland, mit einer kleinen Klippe über Wasser vor seiner Westhuk, liegt $^1/_2$ Sm innerhalb des Shag-Inselchens, und die niedrigen, felsigen Bard-Inseln liegen an der Südostseite der Rocky-Bucht.

An- und Einsteuerung. Das Bloody-Rak oder Cow Path, der Zugang nach der Rocky-Bucht, beginnt zwischen den Inseln Lakeman und Cottel und endet in der Bloody-Bucht. Es ist an der Einfahrt $3^1/_2$ Kblg breit, wird aber weiterhin durch von Cottel-Eiland vorspringende Untiefen auf 2 Kblg eingeengt. Für die ersten $1^1/_4$ Sm ist das Rak rein, hier schieben sich aber von den White-Inselchen

Untiefen 2 Kblg weit in südöstlicher Richtung vor; man meidet diese Untiefen, wenn man die Beaches-Huk in der ungefähren Richtung rw. 245° (mw. W$^1/_2$N) von den White-Inselchen frei hält. Weiterhin, vor der Durchfahrt südwestlich von Cottel-Eiland, befindet sich eine 5.5 m (3 Fad.)-Stelle. Man fährt nordwestlich von dieser Stelle und südöstlich von den White-Inselchen entlang, wenn man Wolf-Eiland an der Einfahrt nach der Bloody-Bucht in der Richtung rw. 225° (mw. WSW$^3/_4$W) westlich frei hält von Mouse-Eiland; die Einfahrt in die Rocky-Bucht ist scheinbar $^1/_2$ Sm breit, wird aber auf 2 Kblg eingeengt, von Norden her durch das Shag-Inselchen mit dem Riff 1$^1/_2$ Kblg östlich davon, von Süden her durch ein Riff, das in westlicher Richtung 2 Kblg lang ist. Man läuft zwischen Shag-Eiland und dem Riff durch, wenn man die Nordwestseite des Hügels auf der Südwesthuk von Cottel-Eiland in der Peilung rw. 65° (mw. O$^1/_2$S) in Linie hält mit dem südlichen Ausläufer der Beaches-Huk.

Will man nach dem Northwest-Arm, so halte man nach dem Passieren des Shag-Inselchens die Durchfahrt zwischen den Martin Shepherd-Inseln in der ungefähren Richtung rw. 82° (mw. OSO) südlich frei von Black Duck-Eiland, bis man an der Huk westlich von diesem Eiland vorüber ist. Dann bringe man das Südende von Black Duck-Eiland mit der Huk westlich davon in der Richtung rw. 84° (mw. SOzO$^3/_4$O) achteraus in Linie, laufe auf dieser Richtlinie zwischen dem Riff vor Ackworth-Eiland und einer 3.7 m (2 Fad.)-Stelle durch; man ankere nördlich von Ackworth-Eiland auf 16 m bis 22 m (9 bis 12 Fad.) Wasser.

Will man nach dem Ankerplatz südwestlich von den Bard-Inseln, so fährt man nordwestlich von dem Riff entlang, das sich vom Ostende der östlichen Bard-Insel 2 Kblg nach Norden vorschiebt, wenn man die Beaches-Huk in der Richtung rw. 67° (mw. O$^3/_4$S) mit dem Shag-Inselchen achteraus in Linie hält. Peilt dann die östliche Bard-Insel rw. 149° (mw. S), so laufe man an der Nordwestseite der Bard-Inseln entlang und ankere südwestlich von den Inseln auf 16 m bis 24 m (9 bis 13 Fad.) Wasser.

Ankerplatz. Die kleine Black Duck-Bucht enthält Klippen und sollte daher nur von Ortskundigen benutzt werden. Man findet in ihr 20 m (11 Fad.) Wasser und schlickigen Grund. Über die anderen Ankerplätze siehe unter An- und Einsteuerung. Die

Bloody-Bucht

liegt am Südende des Bloody-Raks und ist gegliedert in den Northwest-Arm, die Norton-Bucht, den Middle-Arm und den Northeast-Arm.

Der Northwest-Arm erstreckt sich zunächst 3 Sm weit in westlicher Richtung und ist auf der äußeren Hälfte rein. Untiefen erstrecken sich jedoch von seinen Ufern und reichen bis zu 1 Kblg über die vorspringenden Huken hinaus. Die Fortsetzung des Armes wendet sich noch 2 Sm weiter nach Westen und hat 4.6 m (2$^1/_2$ Fad.) Wasser in der Einfahrt und stellenweise 15 m (8 Fad.) innerhalb davon. Die Linton-Klippe, 1$^1/_4$ Sm westlich von Wolf-Eiland, in der Mitte des Nordwest-Armes, ist 0.9 m (3') hoch.

Die Norton-Bucht liegt am Südufer des Northwest-Armes, die Wassertiefe vor ihrer Einfahrt beträgt 5.5 m bis 9.1 m (3 bis 5 Fad.).

Der Middle-Arm, an der Südseite der Bloody-Bucht, hat eine 2 Kblg breite Einfahrt, die sich 1 Sm weit in südlicher Richtung erstreckt. Innerhalb der Einfahrt erweitert sich der Arm zu einer 3 Sm langen und 1$^1/_4$ Sm breiten Bucht, deren Wassertiefe am inneren Ende der Einfahrt 46 m (25 Fad.) beträgt und nach innen zu allmählich abnimmt. Eine bei Hochwasser eben überflutete Klippe liegt 1$^3/_4$ Sm innerhalb des Südendes der Einfahrt, 3 Kblg vor der Nordwestseite der Bucht.

Der Northeast-Arm, eine Fortsetzung des Bloody-Raks, liegt östlich vom Middle-Arm und ist 1$^1/_2$ Kblg von seinen Ufern untief. Ankerplatz auf weniger als 18 m (10 Fad.) Wasser findet man $^3/_4$ Sm innerhalb der Einfahrt. Weiterhin nimmt die Wassertiefe ziemlich schnell ab nach der flachen Einfahrt eines weiten Armes hin, der aber nur bei Hochwasser für Boote schiffbar ist.

Sailors-Hafen

liegt südwestlich von der Cow-Huk und wird im Norden von verschiedenen Inseln, die sich von der Cow-Huk nach Westen erstrecken, im Süden von der Umgebung des Gerrards-Hügels begrenzt. Die geographische Lage der Cow-Huk ist etwa 48° 42′ N-Br und 53° 38.7 W-Lg.

Landmarken. Gulch-Eiland, östlich von Cottel-Eiland, ist 54 m (178′), Great Black-Eiland, südlich von Gulch, ist 71 m (234′) hoch. Zwischen Great Black- und Willis-Eiland liegen die im allgemeinen flachen und 24 m bis 43 m (80′ bis 140′) hohen Flat-Inseln, die einen $^1/_2$ Sm breiten und in südöstlicher Richtung $2^1/_2$ Sm langen Raum einnehmen. Auf den mittelsten Flat-Inseln stehen einige Hütten, die von Fischern bewohnt sind. Bessy-Eiland ist das größte einer Gruppe, die östlich vom südöstlichen Teil des Willis-Eilands liegt. Es ist 87 m (284′) hoch und sieht aus wie ein großer runder, bewaldeter Hügel. Morris-Eiland, 1 Sm südlich vom westlichen Teil Willis-Eilands, ist 85 m (279′) hoch und ist das westlichste und größte Eiland einer Gruppe, die sich von Morris Eiland aus 3 Sm weit in östlicher Richtung erstreckt und in dem auffällig spitzen, 78 m (257′) hohen Ship-Eiland endet. Die Cow-Huk, $2^3/_4$ Sm südlich von Ship-Eiland, ist eine vorspringende steile Huk von 146 m (479′) Höhe. Beinahe 1 Sm südlich davon steigt der Hügel Gerrards zu 192 m (629′) Höhe an. $8^1/_2$ Kblg östlich von der Cow-Huk liegen die vier Shag-Inseln, die sich in nordöstlicher Richtung beinahe 1 Sm weit erstrecken und 44 m bis 60 m (145′ bis 196′) Höhe erreichen. Etwas mehr als 2 Sm westlich von der Cow-Huk liegt das schroffe, 71 m (234′) hohe Bakers Loaf-Eiland. (Siehe auch Ansicht B auf der Brit. Adm-Krt. Nr. 293.)

An- und Einsteuerung. Rw. 76° (mw. OSO $^1/_2$ O) 2.8 Sm vom Gipfel Great Black-Eilands liegt die Saint-Klippe 3.7 m (12′) unter Wasser. Saturday-Riff, $^3/_4$ Sm westlich davon, hat an seiner seichtesten Stelle 7.3 m (4 Fad.) Wasser.

Untiefen erstrecken sich von Great Black-Eiland 2 Sm, von den Flat-Inseln 1 Sm weit in südöstlicher Richtung, und die Ship-Klippe mit 1.2 m (4′) Wasser darüber liegt rw. 45° (mw. ONO $^3/_4$ O) $^3/_4$ Sm vom Nordostende Ship-Eilands. Man fährt südöstlich von dieser Klippe und den Untiefen entlang, wenn man Bakers Loaf-Eiland in der Richtung rw. 231° (mw. W $^3/_4$ S) südlich frei hält von Ship-Eiland.

Die Bakers Loaf-Klippen erstrecken sich von Bakers Loaf-Eiland $4^1/_2$ Kblg weit in südsüdöstlicher Richtung, die äußerste von ihnen liegt 2.7 m (9′) unter Wasser. Man bleibt nördlich von den Klippen, wenn man das westliche Shag-Eiland in der Richtung rw. 97° (mw. SO $^5/_8$ O) nordöstlich frei hält von der Cow-Huk, und man fährt südöstlich von den Klippen entlang, wenn man den Riß in dem Sandfelsen am innersten Ende der Salvage-Bucht in der Richtung rw. 228° (mw. WzS) südöstlich frei hält von der Baldric-Huk.

Die Einfahrt nach dem Sailors-Hafen ist etwa 1 Kblg breit. Mitten in der Durchfahrt zwischen dem Festlande und der Seal-Klippe liegt eine 3.0 m (10′)-Stelle, von der aus die Seal-Klippe in der Richtung rw. 8° (NO $^1/_2$ N) mit dem Westende von Sailors-Eiland in Linie ist. Der nördliche Abhang des westlichen Shag-Eilands in der Richtung rw. 60° (mw. O $^1/_8$ S) mit einem auffälligen Haus in Linie gehalten, führt auf 6.4 m ($3^1/_2$ Fad.) Wasser südlich von der 3.0 m (10′)-Stelle entlang durch die Einfahrt. Auch führt diese Richtlinie nördlich von einer 1.8 m (6′)-Stelle entlang, die innerhalb der Einfahrt vor der ersten Huk an der Südseite des Hafens liegt.

Eis. Sailors-Hafen friert Mitte Januar zu und bricht gewöhnlich im April wieder auf. Die

Salvage-Bucht

erstreckt sich von ihrer Einfahrt, die zwischen Sailors- und Bakers Loaf-Eiland liegt und $1^1/_4$ Sm breit ist, 4 Sm weit in südwestlicher Richtung. Die Wassertiefe beträgt in der Einfahrt 40 m (22 Fad.) und nimmt allmählich ab nach dem innersten Ende der Bucht, wo man im Sommer guten Ankerplatz auf 9.1 m (5 Fad.) Wasser über Sand findet.

Die Fair- und False-Bucht

liegt an der Südwestseite der Morris-Durchfahrt und hat 18 m bis 40 m (10 bis 22 Fad.) Wasser. Squid-Eiland liegt an der Ostseite der Einfahrt, und andere Inseln, die sich bis zur Bloody-Huk hin erstrecken, liegen an der Nordwestseite der Bucht. Zwischen diesen Inseln sind schmale und im allgemeinen reine Durchfahrten. Das Middle-Rak, die südöstliche davon, erstreckt sich bei 1 Kblg Breite 1 Sm weit in südwestlicher Richtung und mündet in ein $^1/_2$ Sm breites und 24 m (13 Fad.) tiefes Becken mit Schlickgrund, von dem sich drei flache Arme in südlicher und westlicher Richtung abzweigen. Eine Durchfahrt mit felsigem Grund führt von dem Becken in das Lange-Rak, das in nordwestlicher Richtung bis zu einem Punkte östlich von der Bloody-Huk führt. Das Lange-Rak ist 1 Kblg breit und in der Mitte rein.

An- und Einsteuerung. Die Morris-Durchfahrt ist der Zugang zur Fair- und False-Bucht und erstreckt sich von den Inseln Bakers Loaf und Morris $5^1/_2$ Sm weit bis zum Bloody-Rak. Brown Store-Eiland, 21 m (68′) hoch, liegt rw. 311° (mw. NzW $^5/_8$ W) 8 Kblg, Athwart-Eiland, 25 m (83′) hoch, liegt rw. 340° (mw. NzO) 1.4 Sm vom Nordende Bakers Loaf-Eilands.

Eine Klippe mit 2.1 m (7′) Wasser darüber liegt rw. 183° (mw. SWzS) 2 Kblg, eine andere mit 2.7 m (9′) Wasser darüber liegt rw. 194° (mw. SW) 4 Kblg von Coffee Pot-Eiland, das südlich vom Westende Morris-Eilands ist. Hält man die Shag-Inseln in der Richtung rw. 101° (mw. SO $^1/_4$ O) südlich frei von Athwart-Eiland, so bleibt man südlich von diesen Klippen.

Die Bruce Cove-Klippe mit 1.5 m (5′) Wasser darüber liegt rw. 70° (mw. OzS) $^1/_4$ Sm von Bruce Cove Gull-Eiland. Man findet tiefes Wasser rund um die Klippe, doch ist die Durchfahrt nordöstlich davon die breitere, und man sollte deshalb beim Passieren der Klippe dicht an Tinker-Eiland entlang fahren.

Die Varket-Durchfahrt erstreckt sich zwischen den Inseln Willis und Flat im Norden und Morris-Eiland und den Inseln östlich davon im Süden 5 Sm weit in westlicher Richtung und stellt die Verbindung zwischen dem Willis-Rak und der Morris-Durchfahrt her. Eine blinde Klippe liegt 46 m vor dem Südwestende Varket-Eilands, das ungefähr mitten zwischen Willis- und Morris-Eiland liegt. Eine andere Klippe, die 0.3 m (1′) trocken fällt, liegt 2 Kblg vor dem Nordostende Morris-Eilandes, und eine dritte liegt rw. 262° (mw. WNW) von Varket-Eiland, 8 Kblg davon entfernt, in der Wasserlinie. Nördlich von dieser Klippe befindet sich eine 5.5 m (3 Fad.)-Stelle.

Das Willis-Rak erstreckt sich von seiner Einfahrt zwischen den Inseln Great Black und Gulch 6 Sm weit in westsüdwestlicher Richtung und ist im Fahrwasser rein. Seine Wassertiefe beträgt am Ostende 183 m (100 Fad.) und nimmt nach Westen auf 15 m bis 18 m (8 bis 10 Fad.) ab. Hier zweigen mehrere flache Nebenarme ab, die in das Bloody-Rak und in die Varket- und die Morris-Durchfahrt führen, aber nur mit einem Lotsen befahren werden können.

Bishops-Hafen

liegt unmittelbar südöstlich von der Cow-Huk und ist 2 Kblg breit. Die Wassertiefe beträgt 9.1 m (5 Fad.), der Grund ist felsig. Die Einfahrt liegt zwischen Klippen, die von beiden Ufern vorspringen und nur eine 46 m breite und 5.5 m (18′) tiefe Fahrrinne frei lassen. Diese ist bei gewöhnlichem Wetter unter ortskundiger Führung sicher, bei schwerem Seegang sollte man jedoch nicht versuchen einzulaufen. Fischer haben sich an den Ufern des Hafens niedergelassen.

Eis. Der Hafen friert Mitte Januar zu und bricht gewöhnlich im April wieder auf.

Broomclose-Hafen

ist eine 2 Kblg breite und in westsüdwestlicher Richtung $1^1/_2$ Sm lange Förde. Die Einfahrt liegt zwischen den Huken Southern und Broomclose; es erstreckt sich aber von der nördlichen, inneren Einfahrtshuk aus 3 Kblg weit nach Osten ein Riff, auf dem die See stark brandet und das die Einfahrt auf $1^1/_4$ Kblg Breite einengt.

Inseln und Untiefen. Little Denier-Eiland ist $1^1/_2$ Kblg breit, in westsüdwestlicher Richtung $^1/_2$ Sm lang und 85 m (278′) hoch. Sein Westende liegt 7 Kblg östlich von der Broomclose-Huk. Klippen und Untiefen erstrecken sich von beiden Enden des Eilands. Die Offer-Klippe liegt rw. 51° (mw. $O^3/_4N$) 8 Kblg vom Nordostende des Eilands in der Wasserlinie und ist immer an Brandung kenntlich. Man fährt südlich von der Klippe entlang, wenn man Tilleys-Hügel in der Richtung rw. 244° (mw. $W^1/_2N$) südlich frei hält von Little Denier-Eiland, und man bleibt nordwestlich von der Klippe, wenn man die Hammer-Huk in der Richtung rw. 222° (mw. $WSW^1/_2W$) nordwestlich frei hält von Little Denier-Eiland, und man bleibt nördlich von der Klippe, wenn man den Felsen am Nordende der Cow-Huk in der Richtung rw. 273° (mw. NWzW) über dem Südwestende der westlichen Shag-Insel hält.

Die Middle-Klippe mit 2.7 m (9′) Wasser darüber und die Inner-Klippe mit 1.5 m (5′) Wasser darüber liegen zwischen der Offer-Klippe und Little Denier-Eiland.

Leuchtfeuer. Siehe »Leuchtfeuer aller Meere« 1914, Heft 5, Tit. 6.

Barrow-Hafen

liegt südwestlich von Little Denier-Eiland, kann aber wegen der großen Wassertiefe und des nur mittelmäßigen Schutzes nicht empfohlen werden.

An der Südseite der Einfahrt liegt das große und flache, 88 m (289′) hohe Richards-Eiland, das nach Osten zu unter Wasser steil abfällt. Keats-Eiland, westsüdwestlich davon, ist 79 m (259′) hoch und bildet die Südseite des Barrow-Hafens. Die Hammer-Huk ist der östliche Ausläufer von Keats-Eiland.

Ein Riff, an dessen Außenende die Outer Brandy-Klippe 1.5 m (5′) unter Wasser liegt, erstreckt sich von der Pulpit-Huk am Norostende Richards-Eilands $^3/_4$ Sm weit in nordöstlicher Richtung. Hält man das Westende von Little Denier-Eiland in der Richtung rw. 343° (mw. $NzO^1/_4O$) mit dem Ostende der Shag-Inseln in Linie, so bleibt man östlich von dem Riff und der Klippe.

Für die Durchfahrt zwischen der Outer Brandy-Klippe und den Untiefen vor Little Denier-Eiland gibt es keine Landmarken, Ortsunkundige sollten deshalb nicht durch dieses Fahrwasser nach Barrow-Hafen laufen.

Tiden. Die Hafenzeit des Barrow-Hafens ist 6^h 13^{min}, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.4 m ($4^1/_2$′), die Nipphochwasserhöhe 0.8 m ($2^1/_2$′).

Eis. Barrow-Hafen friert Mitte Januar zu und taut gewöhnlich im April wieder auf.

Newman-Sund

heißt die lange Förde zwischen dem hohen Lande westsüdwestlich von der Hammer-Huk und den Long-Inseln und dem Lande westlich von diesen Inseln bis zum Berge Stamford. Der Sund hat verschiedene Buchten, die als Ankerplätze dienen. (Siehe Ankerplätze.)

Inseln und Landmarken. 4 Sm westsüdwestlich von Richards-Eiland, $1^1/_2$ Kblg vor dem Nordufer des Newman-Sundes, liegt das 5.5 m (18′) hohe Halfway-Eiland. Holbrook-Huk, $2^3/_4$ Sm westnordwestlich von Halfway-Eiland, ist ein bemerkenswerter Landvorsprung. Shag-Eiland ist 3.0 m (10′) hoch und liegt 1 Sm südsüdwestlich von der North Broad-Bucht.

Die Long-Inseln, eine Gruppe von vier Inseln an der Südseite des Newman-Sundes, erstrecken sich 5 Sm weit in westsüdwestlicher Richtung. Die Hurloc-Huk, westlich von diesen Inseln und von ihnen durch eine $^1/_2$ Sm breite, reine und tiefe Durchfahrt getrennt, ist ein steiler Abhang von 70 m (230′) Höhe. Copper-Eiland, 6 Kblg nordnordöstlich von der Hurloc-Huk, ist 37 m (120′) hoch.

Swale-Eiland liegt beinahe mitten im Newman-Sund, ist in westsüdwestlicher Richtung $4^1/_2$ Sm lang und an der breitesten Stelle etwa 1 Sm breit. Verschiedene Inseln liegen westlich von Swale-Eiland und am Westende der Swale-Durchfahrt. Die White-Inselchen liegen $^1/_2$ Sm südsüdöstlich vom Westende Swale-Eilands.

Die Minchin-Huk, ein spitzer Hügel von 45 m (148′) Höhe, liegt $^3/_4$ Sm westlich von der South Broad-Bucht, und $1^1/_2$ Sm weiterhin steigt der Berg

Stamford steil zu 200 m (658') Höhe an. Zwischen dem Newman- und dem Clode-Sund liegen die Hügel Park Harbour und Ochre Pitt, die 206 m (676') und 182 m (596') Höhe erreichen. Alle diese Hügel fallen von See aus auf.

An- und Einsteuerung. An der Nordseite des Newman-Sundes, zwischen den Inseln Richards und Halfway, ist die Küste schroff und fällt unter Wasser steil ab. Die Hall-Klippe, die bei halber Tide eben unter Wasser ist, liegt 1 Sm südwestlich von Shag-Eiland, beinahe 2 Kblg vor dieser Küste.

An der Südseite des Newman-Sundes, rw. 329° (mw. N) vom westlichen Ausläufer Swale-Eilands, $^1/_4$ Sm davon entfernt, liegt die 0.3 m (1') trockenfallende Cold East-Klippe. Man fährt nordwestlich von dieser Klippe entlang, wenn man das Nordostende von Swale-Eiland in der Richtung rw. 70° (mw. OzS) nördlich frei hält von dessen Nordseite.

Die Durchfahrt zwischen Swale-Eiland und dem Eiland westlich davon ist $^1/_2$ Kblg breit und 8.2 m ($4^1/_2$ Fad.) tief.

Die Durchfahrt nördlich vom Berge Stamford in das innere Ende des Newman-Sundes ist 2 Kblg breit. Von hier aus erstreckt sich der Sund bei $^3/_4$ Sm Breite $2^1/_2$ Sm weit in südwestlicher Richtung. Seine Tiefe beträgt hier auf 2 Sm Entfernung 37 m bis 53 m (20 bis 29 Fad.), nimmt nachher aber schnell ab.

Auch im südlichen Teil des Sundes nimmt die Wassertiefe innerhalb der 27 m (15 Fad.)-Grenze schnell ab.

Ankerplätze. Die Sandy-Bucht, 1 Sm westlich von Halfway-Eiland, ist eine $^1/_2$ Sm breite offene Bucht mit 9.1 m bis 18 m (5 bis 10 Fad.) Wasser über Sand.

Die kleinen und engen Happy Adventure-Buchten, die zwischen der Sandy-Bucht und der Holbrook-Huk liegen, eignen sich nur für Boote.

Die North Broad-Bucht, $1^1/_2$ Sm westlich von der Holbrook-Huk, kann wegen der großen Wassertiefe als Ankerplatz nicht empfohlen werden. Die Tiefe beträgt 53 m bis 24 m (29 bis 13 Fad.), 24 m (13 Fad.) dicht beim innersten Ende der Bucht. Eine Klippe, die bei Springniedrigwasser 0.3 m (1') über Wasser ragt, liegt beinahe 1 Kblg von der nordöstlichen Einfahrtshuk und eine andere mit 2.7 m (9') Wasser darüber liegt mitten in der Bucht.

Die Buckley-Bucht, etwa 5 Sm westsüdwestlich von der North Broad-Bucht, schneidet in nördlicher Richtung etwa $^1/_2$ Sm weit ins Land ein und bietet Ankerplatz auf 27 m (15 Fad.) Wasser.

Die South Broad-Bucht liegt südsüdwestlich von der North Broad-Bucht an der Südseite des Newman-Sundes. Sie ist 2 Kblg breit und in südlicher Richtung 1 Sm lang. Die Wassertiefe in ihr nimmt von 37 m (20 Fad.) allmählich auf 5.5 m (3 Fad.) ab. Der Ankerplatz ist gut, der Grund ist Schlick.

Clode-Sund,

eine lange Förde, ist die westliche Fortsetzung des Chandler-Raks, das zwischen den Long-Inseln und Chance-Eiland beginnt und sich in südwestlicher Richtung 10 Sm weit, bis zur Connecting-Huk, erstreckt. Westsüdwestlich von der Connecting-Huk, beinahe 11 Sm davon entfernt, ist die engste Stelle (the Narrows) des Clode-Sundes, wo sich flaches Wasser und zwei Inselchen von 3.7 m und 2.4 m (12' und 8') Höhe vom südlichen Ufer vorschieben, so daß nur eine $^1/_4$ Sm breite reine Fahrrinne mit 15 m (8 Fad.) Wasser unter der Nordseite des Sundes übrigbleibt. Innerhalb dieser Enge ist die Wassertiefe zum Ankern in der Mitte zu groß; die Südostseite fällt unter Wasser steil ab, die Nordwestseite ist zerklüftet und felsig, und Untiefen erstrecken sich gut $^1/_4$ Sm weit von ihr.

Landmarken. Western-Huk, $5^3/_4$ Sm ostnordöstlich vom östlichen Ausläufer der östlichsten Long-Insel, ist das Nordende eines etwa $^1/_2$ Sm breiten, steilen und kahlen Vorgebirges. Die Huk ist 135 m (443') hoch und fällt an beiden Seiten unter Wasser steil ab. Red Cliff-Eiland, etwas mehr als 4 Sm südsüdwestlich von der Western-Huk, ist 15 m (50') hoch und durch rote und gelbe Klippen auffällig. Die Cutler-Huk, etwa 8 Sm südwestlich von der Western-Huk, ist ein spitzer Hügel von 121 m (397') Höhe. Chance-Eiland, $1^1/_2$ Sm nordwestlich davon, ist 11 m (35')

hoch. Deer-Eiland, 1 Sm westlich von Chance-Eiland an der Südseite der Einfahrt in das Chandler-Rak, ist 94 m (310′) hoch. Minchin-Eiland, fast am inneren Ende, $^1/_4$ Sm vor der Nordseite des Chandler-Raks, rw. 28° (mw. NOzO$^1/_4$O), 1.6 Sm von der Connecting-Huk, ist eine auffällige, abgeplattete Felseninsel von 25 m (83′) Höhe. Ashley Baker-Eiland liegt $^3/_4$ Sm westlich davon.

Ansteuerung. Etwa 2 Sm im Umkreise der Western-Huk liegen Klippen 13 m bis 18 m (7 bis 10 Fad.) unter Wasser und verursachen bei stürmischem Wetter verworrene See; manchmal brandet es auch auf ihnen. Die Bacon Bone-Klippe mit 1.2 m (4′) Wasser darüber liegt rw. 245° (mw. W$^1/_2$N) 1$^1/_4$ Sm von der Western-Huk, und eine 5.5 m (3 Fad.)-Stelle liegt 1$^1/_2$ Kblg nordnordwestlich von der Bacon Bone-Klippe. Man bleibt nördlich von dieser Klippe und der 5.5 m (3 Fad.)-Stelle, wenn man die Southern-Huk (3$^1/_2$ Sm östlich von der Western-Huk) in der Richtung rw. 101° (mw. SO$^1/_4$O) nördlich frei hält von der Western-Huk; man fährt nordwestlich von den Untiefen entlang, wenn man Deer-Eiland in der Richtung rw. 239° (mw. W) durch die Long-Inseln verdeckt hält; und man fährt westlich von den Untiefen entlang, wenn man die Arrow-Huk (4 Sm östlich von der Cutler-Huk) in der Richtung rw. 176° (mw. SSW$^3/_8$W) westlich frei hält von Red Cliff-Eiland.

Die Küste zwischen der Western-Huk und der 3$^1/_4$ Sm südsüdwestlich davon liegenden Arch Cliff-Huk ist steil und abschüssig bis zur Tickle-Bucht, die östlich von der Arch Cliff-Huk liegt. Hier wird die Küste niedrig und höckerig, und Klippen erstrecken sich 2 Kblg weit von ihr und von der Arch Cliff-Huk. Auch liegt die 0.6 m (2′) hohe, spitze Western-Klippe rw. 228° (mw. WzS) beinahe 4 Kblg von der Arch Cliff-Huk.

$^3/_4$ Sm ostnordöstlich von Chance-Eiland liegt Chance-Hafen-Riff 1.5 m (5′) unter Wasser.

Chappel Tickle, die Durchfahrt zwischen den beiden östlichen Long-Inseln, ist klippig und nur kleinen Schiffen zugänglich. Nordöstlich von der Nordeinfahrt und 3$^1/_2$ Kblg nördlich vom nördlichen Ausläufer der östlichen Long-Insel liegt die Puttick-Klippe mit 7.3 m (4 Fad.) Wasser darüber.

Middle Tickle, die kurze und enge Durchfahrt zwischen den beiden mittelsten Long-Inseln, ist rein, außer dicht unter Land an der Ostseite; auch liegt an dieser Seite eine 2.7 m (9′)-Stelle.

Long Tickle, die Durchfahrt zwischen den beiden westlichen Long-Inseln, ist eng und klippig.

Eis. In der Umgebung von Red Cliff-Eiland friert die See um Mitte Februar zu und taut, je nach den Witterungsverhältnissen, früh oder spät im April wieder auf. Das von Norden kommende Eis trifft gewöhnlich Mitte Februar ein und verschwindet wieder um Mitte April.

Die tief ins Land einschneidenden Buchten zwischen der Salvage-Bucht und dem Clode-Sund frieren gewöhnlich Mitte Dezember zu und tauen um den 15. April wieder auf.

Tiden. Die Hafenzeit für den Clode-Sund ist 7h 37min, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.4 m (4$^3/_4$′), die Nipphochwasserhöhe 0.8 m (2$^1/_2$′).

Ankerplätze. Die Pudding-Bucht, an der Ostseite der Einfahrt des Chandler-Raks, ein guter Platz, Wasser einzunehmen, ist 1 Kblg breit und 7.3 m (4 Fad.) tief; der Grund ist Schlick. Ein Inselchen liegt vor der östlichen Einfahrtshuk.

Die Dumpling- und die Bread-Bucht liegen an der Nordseite des Raks, etwa 3 und 4 Sm westlich von Ashley Baker-Eiland. Sie sind beide felsig. Ankerplatz auf 7.3 m (4 Fad.) Wasser findet man zwischen ihren äußeren Huken über mit Felsblöcken bedecktem Grunde.

Etwa 4 Sm südwestlich von der Bread-Bucht, am Nordwestufer des Clode-Sundes, liegt die Bryans Hole-Huk, an deren beiden Seiten man ankern kann.

Ankerplatz bieten die Love-Bucht, an der Südseite des Clode-Sundes etwa 1$^1/_2$ Sm östlich von den Engen, auf 15 m (8 Fad.), und die Bunyan-Bucht, 1 Sm östlich davon, auf 6.4 m (3$^1/_2$ Fad.) Wasser. Im übrigen fallen die Südostseiten des Clode-Sundes und des Chandler-Raks zwischen der Bunyan- und der Pudding-Bucht unter Wasser so steil ab, daß man nicht ankern kann.

Port Blanford, nahe beim innersten Ende des Clode-Sundes, bietet guten Ankerplatz auf 5.5 m bis 27 m (3 bis 15 Fad.) Wasser. Eine geeignete Stelle ist nahe unter der Westseite vor der Südhuk des Northwest-Armes.

Eine Niederlassung befindet sich in Port Blanford. Die Umgebung wird schnell bebaut. Die Flüsse in der Nähe sind voll von Lachs und Forellen, einige gute Muschelbänke sind vorhanden.

Eisenbahnverbindung besteht zwischen der Station Clode-Sund und St. Johns.

Goose-Bucht,

die südwestliche Fortsetzung des Chandler-Raks, ist im allgemeinen rein. Nur dicht unter Land und in den Buchten sind Untiefen und Klippen.

Tiden. Die Hafenzeit für die Goose-Bucht ist 7h 22min, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.4 m (4½′), die Nipphochwasserhöhe 0.8 m (2½′).

Guten **Ankerplatz** auf 26 m (14 Fad.) Wasser findet man ¾ Sm von der Goose-Huk, die an der Ostseite der Goose-Bucht liegt. Auf weniger Wasser kann man ankern zwischen der Goose-Huk und dem innersten Ende der Goose-Bucht.

Sweet-Bucht,

östlich vom Chandler-Rak, erstreckt sich von der Cutler-Huk 8 Sm weit in südwestlicher Richtung. 3½ Sm innerhalb der Einfahrt trennt sie eine höckerige Landzunge in den Nordwest- und den Südwestarm.

Landmarken. Gull-Eiland, 1 Sm innerhalb der Cutler-Huk und 4 Kblg vor der Küste, ist 14 m (46′) hoch, Turfpook-Eiland, eben südöstlich davon, ist spitz und 50 m (165′) hoch. Die Inseln Hunt, Gooseberry und Hay, von denen die letzte 14 m (46′) hoch ist und die alle unter Wasser steil abfallen, bilden die nordöstliche Fortsetzung der höckerigen Landzunge, die die Bucht in zwei Arme teilt. Nutt-Hügel, der höchste Punkt dieser Landzunge, ist 183 m (600′) hoch und von See aus auffällig.

Einsteuerung. Von Turfpook-Eiland erstrecken sich blinde Klippen etwa ½ Sm weit in südlicher Richtung. Klippen schieben sich auch von der Ostseite der Bucht, gegenüber von Hay-Eiland, 1 Kblg weit vor, und eine Klippe mit 0.9 m (3′) Wasser darüber liegt 1½ Kblg vor der Nordwestseite der Bucht, fast querab von Hay-Eiland.

Ankerplatz findet man im innersten Ende beider Arme auf 18 m bis 29 m (10 bis 16 Fad.) Wasser.

Great Chance-Hafen,

an der Westseite der Einfahrt in die Sweet-Bucht, liegt westsüdwestlich von der Cutler-Huk und erstreckt sich 3 Sm weit in südwestlicher Richtung. Er ist 1½ Kblg breit und 18 m bis 29 m (10 bis 16 Fad.) tief, der Grund ist Schlick. Die Nordwestseite des Hafens ist steil, an der Südseite seiner Einfahrt liegen die Inseln Woody und, östlich davon, Mustard Gull.

Die Brines-Klippe liegt rw. 56° (mw. O¼N) etwa 3 Kblg von Mustard Gull und ist bei Hochwasser 0.6 m (2′) unter Wasser. Man bleibt nordwestlich von dieser Klippe, wenn man Woody-Eiland in der Richtung rw. 233° (mw. W½S) nördlich frei hält von Mustard Gull, und man bleibt östlich von der Brines-Klippe, wenn Chance-Eiland in der Richtung rw. 11° (mw. NO¼N) gut frei ist von der Chance-Huk, und man fährt nordwestlich von der Klippe entlang, wenn Chance-Eiland in der Richtung rw. 28° (mw. NOzO¼O) vollkommen verdeckt ist durch die Chance-Huk. Ist man an dieser Klippe vorbei, so hat man keine Untiefen mehr im Great Chance-Hafen zu fürchten.

Little Chance-Hafen,

ebenfalls an der Westseite der Sweet-Bucht, liegt südlich von Great Chance-Hafen und erstreckt sich 1 Sm weit in südwestlicher Richtung. Er ist 1 Kblg breit bis zu seinem innersten Ende, wo er sich zu beinahe 2 Kblg erweitert und 18 m bis 22 m (10 bis 12 Fad.) tief ist.

Cutler-Hafen,

an der Westseite der Southward-Bucht, liegt südlich von der Cutler-Huk. Seine Einfahrt ist eng und mit Klippen besetzt und sollte nur mit einem Lotsen angelaufen werden. Hält man Chance-Eiland in der Richtung rw. 307° (mw. NNW) nordöstlich frei von der Cutler-Huk, so fährt man nordöstlich von den Klippen vor dem Hafen entlang.

Kate-Hafen,

westlich von der steilen Southward-Bucht-Huk, die $2^1/_2$ Sm südwestlich von der Plate Cove-Huk zu 100 m (328′) Höhe ansteigt, hat eine Klippe in der Einfahrt und keinen Ankerplatz.

Seal-Bucht,

an der Südostseite der Southward-Bucht, ist klein und bietet Ankerplatz auf 7.3 m (4 Fad.) Wasser. Ihre Westseite ist klippig, einige Fischerhütten stehen am Lande.

Indian-Arm,

an der Ostseite der Southward-Bucht, hat keinen bequemen Ankerplatz, ein Fischerdorf ist an seinen Ufern angelegt.

Plate-Bucht,

ostsüdöstlich von der Cutler-Huk, erstreckt sich bei $^1/_2$ Sm Breite beinahe 1 Sm weit in südlicher Richtung. Guten Ankerplatz findet man auf 9.1 m bis 18 m (5 bis 10 Fad.) Wasser in der Nordostecke und günstigen in der Südecke des Hafens. Ein bedeutendes Fischerdorf ist vorhanden. Ausrüstung kann man in kleinen Mengen erhalten. Gutes Wasser in der Nordostecke des Hafens ist mit Booten leicht zu erreichen.

Deep-Bucht,

eine offene Bucht östlich von der Western-Huk, erstreckt sich 1 Sm weit in südlicher Richtung; ihre Ostseite ist unrein. Die Buchten

Castle und **Keels**

liegen etwa 1 Sm östlich von der Deep-Bucht. Sie sind mit Klippen besäumt und dienen nur Fischerfahrzeugen im Sommer als Zuflucht. Keels ist ein bedeutendes Fischerdorf. Die Cary-Klippe liegt rw. 26° (mw. NOzO$^1/_8$O) $^3/_4$ Sm von der östlichen Keels-Huk 3.7 m (12′) unter Wasser; ebensoviel Wasser haben die Untiefen in der Nähe.

Die Küste zwischen der Western-Huk und der Southern-Huk, einem steilen Abhang mit einem 162 m (532′) hohen Hügel, ist stark ausgezackt, und felsiger Grund schiebt sich von ihr aus $^3/_4$ Sm weit vor. Läuft man an dieser Küste entlang, so halte man den östlichen Hügel auf Swale-Eiland in der Richtung rw. 266° (mw. NWzW$^7/_8$W) nördlich frei von der Western-Huk.

Eis. Die Keels-Bucht wird mit von Norden kommendem Eis gefüllt und ist zugefroren, solange dieses Eis an der Küste ist.

Ein **Dampfer** kommt von Port Blanford im Sommer und Herbst wöchentlich einmal nach der Keels-Bucht.

Broad-Bucht,

eine kleine Bucht unmittelbar südlich von der Southern-Huk, liegt an der Westseite der Black Head-Bucht, die zwischen der Southern-Huk im Westen und der Black-Huk im Osten $7^1/_4$ Sm breit ist und sich von deren Verbindungslinie $5^1/_2$ Sm weit in südlicher Richtung erstreckt. Ein Dorf steht an den Ufern der Broad-Bucht.

Kings-Bucht

heißt die kleine Bucht, die durch die Broad-Huk, einen steilen Abhang von 97 m (317′) Höhe und $^3/_4$ Sm Breite, von der Broad-Bucht getrennt ist. Die Kings-Bucht ist in südwestlicher Richtung $3^1/_2$ Kblg lang, an der Einfahrt $1^1/_2$ Kblg und am innersten Ende $^3/_4$ Kblg breit. Die Wassertiefe beträgt in der Einfahrt 37 m (20 Fad.) und nimmt nach innen ab. Obwohl nach Nordosten offen, soll die Bucht doch sicheren

Ankerplatz für kleine Schiffe bieten, da diese infolge der schnell abnehmenden Wassertiefe nie landwärts, manchmal jedoch seewärts treiben.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere" 1914, Heft V, Tit. VI. Nach N. f. S. 2858/14 ist das weiße Blitzfeuer auf King's Cove Head durch ein 14 Sm weit sichtbares, unbewachtes, weißes, unterbrochenes Feuer mit Einzelunterbrechungen von $1^1/_4$ ^{sek} Dauer, Schein $1^1/_4$ ^{sek}, Wiederkehr $2^1/_2$ ^{sek}, ersetzt.

Tiden. Die Hafenzeit für die Kings-Bucht ist 7^h 15^{min}, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.0 m ($3^1/_4'$), die Nipphochwasserhöhe 0.7 m ($2^1/_4'$).

Ein **Dampfer** kommt von Port Blandford im Sommer und Herbst wöchentlich einmal nach der Kings-Bucht.

Die kleine

Bonavista-Bucht,

etwa $3^1/_2$ Sm südsüdwestlich von Kap Bonavista, ist die einzige Bucht zwischen der Black-Huk und Green-Eiland, die als Ankerplatz für Schiffe in Betracht kommt. Die Bucht eignet sich jedoch auch nur als Sommerankerplatz.

Landmarken. Gull-Eiland, 6 Kblg nördlich von Kap Bonavista, ist 36 m (17') hoch. Green-Eiland, getrennt von Kap Bonavista durch eine $1^1/_2$ Kblg breite Durchfahrt mit 3.7 m (2 Fad.) geringster Wassertiefe im Fahrwasser, ist 21 m (69') hoch. Stone-Eiland liegt 1 Sm westlich von Green-Eiland und ist 12 m (40') hoch. Das Fahrwasser zwischen den beiden Eilanden ist rein. Die Nordwestseite der Bonavista-Bucht wird durch Klippen gebildet, deren südwestlicher Ausläufer, **Squarey-Eiland**, an der Einfahrt liegt und 13 m (43') hoch ist. Largent Hill und Green Ridge siehe S. 113. Siehe auch Ansicht auf der Brit. Adm-Krt. Nr. 296.

An- und Einsteuerung. Nördlich von Kap Bonavista liegen die Harrys-Gründe, die $1^1/_2$ Sm breit und in südsüdwestlicher Richtung 2.7 Sm lang sind. Sie bestehen aus felsigen Stellen, die 2,1 m (7') bis 29 m (16 Fad.) Wasser über sich, 37 m bis 55 m (20 bis 30 Fad.) zwischen sich, und $^1/_2$ Sm nördlich oder östlich oder westlich von sich 91 m bis 110 m (50 bis 60 Fad.) Wasser haben.

Old Harry, die südliche Klippe der Gründe, liegt rw. 357° (mw. NNO$^1/_2$O) 4 Sm vom Kap Bonavista-Leuchtturm und 2.1 m (7') unter Wasser. Young Harry mit 7.3 m (4 Fad.) Wasser darüber ist die nördlichste Klippe, sie liegt rw. 6° (mw. NO$^3/_4$N) $6^1/_4$ Sm vom Leuchtturm. Die Kelp-Klippe mit 4.6 m (15') Wasser und die Middle-Klippe mit 5.5 m (3 Fad.) Wasser darüber liegen zwischen Old- und Young Harry. Die Eastern-Klippe, mit 13 m (7 Fad.) Wasser darüber, liegt 7 Kblg östlich von der Middle-Klippe. Old- und Young Harry sowie die Kelp-Klippe sind an Brandung kenntlich. Im übrigen brandet es auf den Klippen mit weniger als 9.1 m (5 Fad.) Wasser darüber bei mäßiger, auf denen mit 9.1 m bis 18 m (5 bis 10 Fad.) Wasser bei schwerer See und auf denen mit 18 m bis 27 m (10 bis 15 Fad.) nach schweren, auflandigen Stürmen.

Man bleibt östlich von diesen Untiefen, wenn man den Leuchtturm auf Kap Bonavista in der Peilung rw. 205° (mw. SWzW), man fährt westlich davon entlang, wenn man den Leuchtturm in der Peilung rw. 169° (mw. SzW$^3/_4$W) hält. Fährt man nördlich von Young Harry weiter, so sollte der Horizontalwinkel zwischen Largent Hill und dem Westende von Green Ridge immer weniger als 7 Grad betragen. Bei nebligem Wetter und sicherem Besteck laufe man an Gull-Eiland entlang, da in unmittelbarer Nähe von Kap Bonavista keine Untiefen sind, die bei mäßiger See Schiffen gefährlich werden. Eine Klippe mit 3.7 m (12') Wasser darüber liegt 1 Kblg südlich von Gull-Eiland, eine andere mit 1.8 m Wasser darüber liegt 2 Kblg südwestlich von Kap Bonavista, aber dicht unter Land.

Ansteuerung. Von Nordosten kommend, halte man das Westende von Gull-Eiland in der Richtung rw. 37° (mw. ONO) westlich frei von Green-Eiland, bis Squarey-Eiland rw. 149° (mw. S) peilt. Dann fahre man dicht an Squarey-Eiland vorbei, um die 6.4 m ($3^1/_2$ Fad.)-Stelle zu meiden, die beinahe 1 Kblg südwestlich davon liegt, und ankere auf 11 m (6 Fad.) Wasser.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere" 1914, Heft V, Tit. VI.

Tiden. Die Hafenzeit für Bonavista ist 7^h 25^{min}, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.0 m ($3^1/_4'$), die Nipphochwasserhöhe 0.7 m ($2^1/_4'$).

Die **Stadt Bonavista** in der Bonavista-Bucht zählte 3696 Einwohner im Jahre 1901, in ihrer Umgebung ist sehr gutes und zum großen Teil bebautes Land.

Ein **Dampfer** kommt von Port Blanford im Sommer und Herbst wöchentlich einmal nach Bonavista. Telegraphische Verbindung ist vorhanden.

Bird-Eiland-Bucht.

Dieselben Quellen wie für die Bonavista-Bucht S. 34. D. Adm-Krt. Nr. 379, Nordatlantischer Ozean, Dampferwege; Nr. 445, Newfoundland, südlicher Teil; Brit. Adm-Krt. Nr. 296. Cape Bonavista to Bay Bulls including Trinity, and Conception Bays.

Bird-Eiland-Bucht, etwa 4 Sm südlich vom Kap Bonavista, bietet keinen Schutz, ist aber ein guter Stützpunkt für Fischerboote. Vorübergehend kann man auch im innersten Ende der Bucht, weniger als 2 Kblg vom Lande, auf 13 m (7 Fad.) Wasser über Sand ankern. Schiffe sollen auf diesem Ankerplatz infolge der zurücklaufenden See selbst bei östlichen Winden sicher liegen. Die geographische Lage der nördlichen Einfahrtshuk ist nach der Karte 48° 39′N-Br. und 53° 2′ W-Lg. Die Mißweisung für das Jahr 1916 beträgt 30.5° W, ihre jährliche Abnahme 4′.

Landmarken. Steuert man von Osten her das Land bei Kap Bonavista an, so ist Burnt Ridge, ein 152 m (500′) hohes Tafelland, 4 Sm südlich von Kap Bonavista auffällig. Es ist beinahe 30 m (100′) höher als das Land in seiner unmittelbaren Nähe, und durchschnittlich 91 m (300′) höher als das Land nördlich und südlich davon. Nähert man sich dem Kap Bonavista, so sieht man zuerst den Largent-Hügel, dann die Norther-Huk und zuletzt Kap Bonavista und Gull-Eiland. Der Largent-Hügel steigt westsüdwestlich vom Kap Largent zu 132 m (433′) Höhe an und ist 61 m (200′) höher als die platten Felsenabhänge der Küste. Von Burnt Ridge ist er durch ein tiefes Tal getrennt.

Kommt man von Norden, so wird man wahrscheinlich Green Ridge, den nördlichen Teil von Burnt Ridge, oder den Leuchtturm auf Kap Bonavista zuerst sichten.

Kap Largent, $3^1/_4$ Sm südöstlich vom Kap Bonavista, ist eine abschüssige Huk, deren Ende durch eine tiefe Kluft vom Festlande getrennt ist.

North Bird-Eiland, 38 m (124′) hoch, und South Bird-Eiland, 40 m (130′) hoch, liegen vor der Bird-Eiland-Bucht.

Catalina-Hafen.

Dieselben Quellen und Karten wie für die Bird-Eiland-Bucht S. 113; außerdem Amerik.-Krt. Nr. 580, Catalina-Harbor.

Catalina-Hafen liegt etwa $11^1/_2$ Sm südlich vom Kap Bonavista. Seine Einfahrt zwischen der Shepherd-Huk im Norden und der Burnt-Huk im Süden ist knapp $3^1/_2$ Kblg breit. Weiter drinnen wird sie aber auf etwa 1 Kblg Breite eingeengt, an der Nordseite durch Untiefen mit 4.6 m ($2^1/_2$ Fad.) und 3.7 m (2 Fad.) Wasser darüber, die beinahe $1^1/_2$ Kblg südlich und östlich von der Goodland-Huk liegen, an der Südseite durch die White- und die Lowe-Klippe, die etwa 1 Kblg nordöstlich und nordwestlich von der nördlichen Einfahrtshuk der kleinen Southeast-Bucht liegen; die White-Klippe ist 1.2 m (4′), die Lowe-Klippe 3.7 m (2 Fad.) unter Wasser. Die geographische Lage des Leuchtturmes auf Green-Eiland an der Südseite der Einfahrt ist 48° 30′ N-Br. und 53° 3′ W-Lg. Die Mißweisung für das Jahr 1916 beträgt 30.5° W, ihre jährliche Abnahme etwa 4′.

Landmarken. Siehe unter Bird-Eiland-Bucht S. 113. Green-Eiland an der Südseite der Hafeneinfahrt ist höckerig und felsig.

An- und Einsteuerung. Vor der Küste zwischen Kap Bonavista und der fast 10 Sm südlich davon liegenden North-Huk liegt die felsige Dollarman-Bank mit zahlreichen Klippen, die 11 m bis 18 m (6 bis 10 Fad.) Wasser über sich und tiefes Wasser rundumzu haben und auf denen es nach östlichen Stürmen brandet. Man bleibe deshalb bei stürmischem Wetter östlich von den Haypooks, der äußersten Untiefe, oder bei Nacht 7 Sm von der Küste zwischen Kap Bonavista und Catalina-Hafen.

Auch dicht vor der Küste zwischen South Bird-Eiland und der North-Huk des Catalina-Hafens liegen Klippen. Die äußerste davon, die Flowers-Klippe, liegt weniger als 1.8 m (6′) unter Wasser und beinahe $^3/_4$ Sm von der Küste. Man bleibt

nordöstlich von diesen Untiefen, wenn man den Leuchtturm auf Kap Bonavista in der Richtung rw. 318° (mw. NzW) gut nordöstlich frei hält vom Kap Largent, und man fährt südöstlich von den Untiefen entlang, wenn man den Leuchtturm auf Green-Eiland in der Richtung rw. 217° (mw. WSW) südöstlich frei hält von der North-Huk des Catalina-Hafens.

Die Murphy-Klippe mit 15 m (8 Fad.) Wasser darüber liegt rw. 55° (mw. O$^3/_8$N) 2.7 Sm, die Soldiers-Klippe mit 16 m (9 Fad.) Wasser darüber liegt rw. 72° (mw. OSO$^7/_8$O) 3.5 Sm, die Joes-Klippe mit 15 m (8 Fad.) Wasser darüber liegt rw. 82° (mw. OSO) 3.1 Sm, und die Feather-Untiefe mit 11 m (6 Fad.) Wasser darüber liegt rw. 103° (mw. SO$^1/_8$O) 4 Sm vom Leuchtturm auf Green-Eiland. Auf allen diesen Klippen brandet es bei stürmischem Wetter.

1 bis 2 Sm nordöstlich von dem Leuchtturm auf Green-Eiland, innerhalb der 9.1 m (5 Fad.)-Grenze, liegt die Poor-Untiefe, die in südwestlicher Richtung 1 Sm lang ist und über der flachsten Stelle 6.7 m (22′) Wasser hat. Schwere Brandung steht auf ihr bei östlichen Stürmen.

Die Brandies-Untiefe, auf der es gewöhnlich brandet, liegt östlich von der Einfahrt nach dem Catalina-Hafen. Sie ist etwa $^1/_4$ Sm breit und in südlicher Richtung 6$^1/_2$ Kblg lang. Drei Stellen mit 1.2 m (4′) geringster Wassertiefe sind auf der Untiefe. Die Durchfahrt zwischen dem südlichen Ende dieser Untiefe und Green-Eiland ist 1$^3/_4$ Kblg breit.

Untiefen erstrecken sich außerdem noch 8$^1/_4$ Sm weit östlich vom Catalina-Hafen, auf denen nach schweren östlichen Stürmen meistens Brandung steht. Die Ansteuerung des Hafens ist dann schwierig. Vgl. auch Ansteuerung der Trinity-Bucht in der Fortsetzung.

Will man nach dem Passieren der äußeren Untiefen zwischen dem Südende der Brandies-Untiefe und Green-Eiland in den Hafen hineinlaufen, so bringe man die Burnt-Huk in der Richtung rw. 290° (mw. NW$^1/_2$N) mit der Episkopal-Kirche am Westufer des Northeast-Armes in Linie und steuere auf dieser Richtlinie ein, bis der Leuchtturm auf Green-Eiland rw. 239° (mw. W) peilt. Dann steuere man etwa rw. 307° (mw. NNW), bis die Burnt-Huk ungefähr rw. 262° (mw. WNW) peilt. Die Burnt-Huk umfahre man in etwa 1 Kblg Abstand, wobei man südlich von der beinahe in der Mitte der Einfahrt liegenden Charlton-Klippe bleibt, darauf bringe man die Methodisten-Kapelle am Abhange des Hügels bei der Courage-Huk in der Richtung rw. 264° (mw. NWzW$^7/_8$W) um etwas mehr als ihre eigene Breite südlich frei von dem Hause auf der Anhöhe hinter der Kapelle. Diese Richtlinie führt zwischen der Low-Klippe und der Klippe südlich von der Goodland-Huk durch.

Will man nördlich von der Brandies-Untiefe einlaufen, so bringe man das viereckige weiße Haus, das etwa 1$^1/_2$ Kblg südwestlich von der katholischen Kirche liegt, in der Richtung etwa rw. 238° (mw. W$^1/_8$S) mit der Goodland-Huk in Linie. Die katholische Kirche ist ein niedriges, weißes Gebäude mit rotem Dach und steht am Nordwestufer des Southwest-Armes; sie ist nicht immer gleich zu erkennen, da sie fast zwischen den Häusern verborgen ist. Auf der genannten Richtlinie fahre man weiter, bis die South-Huk (etwa 3 Sm südlich von der Burnt-Huk) in der Richtung rw. 186° (mw. SW$^3/_4$S) durch den Leuchtturm auf Green-Eiland verdeckt wird. Dann laufe man auf die Burnt-Huk zu, und wenn man noch etwa 1 Kblg von ihr entfernt ist, verfahre man, wie für den Weg südlich von der Brandies-Untiefe angegeben ist.

Eis. Der Northeast-Arm das Catalina-Hafens friert um den 1. Januar herum zu und bleibt gewöhnlich bis Mitte April vollständig zugefroren; südliche bis südwestliche Winde brechen das Eis öfter auf. Das Nordeis kommt selten vor dem 15. Januar, oft erst gegen den 10. Februar. Im allgemeinen verschwindet es zwischen dem 10. und 20. April, es ist jedoch auch schon vorgekommen, daß der Hafen am 10. Juni noch nicht eisfrei war.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere„ 1914, Heft V, Tit. VI.

Signalstelle. Der Leuchtturm auf Green-Eiland ist mit den internationalen Signalen ausgerüstet.

Lotsen. Die dortigen Fischer sind zuverlässige Lotsen und bei Tage fast immer in der Nähe des Hafens zu treffen.

Tiden. Die Hafenzeit für Catalina-Hafen ist 7h, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.8 m (6′), die Nipphochwasserhöhe 1.2 m (4′).

Ankerplatz. Im Northeast-Arm des Hafens können Schiffe mit nicht mehr als 2.7 m (9′) Tiefgang in einem 2 Kblg breiten Becken auf 3.7 m (2 Fad.) Wasser über Schlick ankern.

Der Southwest-Arm ist 3/4 Sm lang, seine Einfahrt ist 1/4 Sm breit. Nach dem innersten Ende zu nimmt die Breite des Armes allmählich ab, und Untiefen erstrecken sich von dort aus 3 Kblg weit in nordöstlicher Richtung. Schiffe ankern auf 7.3 m (4 Fad.) Wasser über Schlick.

Große Schiffe ankern vor der Einfahrt des Southwest-Armes auf 9.1 m (5 Fad.) Wasser über Schlick, von wo aus die östliche Einfahrtshuk des Northeast-Armes in der Richtung rw. 3° (mw. NOzN) westlich frei ist von Manuel-Eiland; sie bleiben so frei von der Lowe-Klippe.

Nach schweren Stürmen setzt Dünung in den Hafen und den Southwest-Arm hinauf, ist aber nicht stark genug, um Schiffen gefährlich zu werden.

Die **Dampfer** von Clarenville kommen im Sommer und Herbst wöchentlich einmal, der nach Labrador fahrende Dampfer kommt alle vierzehn Tage nach Catalina-Hafen. Telegraphische Verbindung ist vorhanden.

Etwa 20 Tonnen Kohlen sind zu erhalten.

(Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Der norwegische Walfang im Jahre 1914. Im Dezemberheft des Deutschen Handels-Archivs, Jahrgang 1915, befindet sich ein Handelsbericht des Kaiserlichen Generalkonsulats in Kristiania für das Jahr 1914, der interessante Mitteilungen über die Ergebnisse des norwegischen Walfangs im Jahre 1914 bringt. Da die norwegische Waltranerzeugung 3/4 der Gesamterzeugung beträgt, so gibt die Übersicht gleichzeitig ein Bild über die geographische Verbreitung des Walfangs und seine Erträge.

Der norwegische Walfang fand in folgenden Gebieten statt:

1. Shetlands-Inseln, Hebriden und Island. Shetlands-Inseln: 3 norwegische Gesellschaften mit 6 Booten, 1 schottische Gesellschaft mit 4 Booten. — Hebriden: 1 norwegische Gesellschaft mit 3 Booten. — Isländische Westküste: 1 norwegische Gesellschaft mit 2 Booten. Der Durchschnittsertrag pro Boot betrug 1200 Faß Öl (1 Faß = 116 Liter).

2. Färöer-Inseln: 3 norwegische Gesellschaften mit 5 Booten, Ertrag 1989 Faß Öl, 1 dänische Gesellschaft, Ertrag 1380 Faß Öl.

3. Island: 1 Gesellschaft an der Westküste. Das im nächsten Jahr in Kraft tretende isländische Walgesetz verbietet Ausländern den Walfang an der isländischen Küste.

Im Nordmeer waren im Jahre 1914 im ganzen 27 Fangboote tätig, die 870 Wale fingen. An der norwegischen Westküste und bei Spitzbergen war kein Fang.

Süd-Georgien: 4 norwegische Gesellschaften mit 11 Booten, 1 argentinische und 2 britische Gesellschaften. Die Gesamtausbeute ist trotz intensiveren Fangs zurückgegangen. 1914: 170 000 Faß Öl, 1911/12: 210 000, 1910/11: 200 000 Faß.

Süd-Shetland-Inseln: 8 norwegische Gesellschaften mit 26 Booten, 1 britische und 1 argentinische Gesellschaft mit je 3 Booten. Alle Gesellschaften waren mit schwimmenden Kochereien ausgerüstet, das Gesamterträgnis war 229 500 Faß Öl.

Süd-Orkney-Inseln: 3 norwegische Gesellschaften mit 6 Booten. Ungünstige Eisverhältnisse, schlechtes und stürmisches Wetter, Ertrag 21 800 Faß Öl.

Falklands-Inseln: 1 britische Gesellschaft mit 4 Booten, Ertrag 4500 Faß Öl.

Afrika. Im ganzen bedeutender Rückgang. — Fernando Po: 1 norwegische Gesellschaft mit 3 Booten, Ertrag 7400 Faß Öl. — Französisch-Kongo: 6 norwegische Gesellschaften mit 20 Booten, Ertrag 62 500 Faß Öl. — Angola: 4 norwegische Gesellschaften mit 16 Booten, Ertrag etwa 40 500 Faß Öl. — Walfisch-Bei: 1 norwegische Gesellschaft mit 4 Booten, Ertrag 5670 Faß Öl, 1 deutsche Gesellschaft mit 2 Booten, Ertrag 2500 Faß Öl. Der Fang mußte des Krieges wegen abgebrochen werden. — Kap-Kolonie: 3 norwegische Gesellschaften, Ertrag 39 400 Faß Öl.

Brasilien: 3 norwegische Gesellschaften mit 7 Booten, Ertrag 13400 Faß Öl.

Chilenische Küste: 1 norwegische Gesellschaft mit 2 Booten, Ertrag 5500 Faß Öl.

Alaska: 1 norwegische Gesellschaft mit 3 Booten, Ertrag 8100 Faß Öl, 1 amerikanische Gesellschaft mit 2 Booten, Ertrag 9000 Faß Öl.

St. Lorenz-Golf: 1 norwegische Gesellschaft mit 2 Booten, Ertrag 3600 Faß Öl.

Mexiko: 1 norwegische Gesellschaft mit 3 Booten, Ertrag 15 000 Faß Öl.

Australien: 3 norwegische Gesellschaften an der Westküste mit 8 Booten, Ertrag 63 000 Faß Öl.

Die Zusammenstellung zeigt einerseits den überwiegenden Anteil Norwegens am Walfang, anderseits auch die Verschiedenheit der Ausbeute in den einzelnen Gebieten. An der Spitze steht die Ausbeute auf den Süd-Shetlands-Inseln, wo allein von den 8 norwegischen Gesellschaften 190 500 Faß Öl gewonnen wurden; rechnet man hierzu die Ausbeute der 4 norwegischen Gesellschaften auf Süd-Georgien (93 000 Faß), so ergibt sich ein Betrag von 283 500 Faß. Dies ist annähernd die Hälfte der norwegischen Gesamterzeugung von 574 000 Faß im Jahre 1914. Im vorhergehenden Jahre 1913 hatte der Fang seinen Höhepunkt mit einer Ausbeute von 600 000 Faß Öl erreicht. Der Ausfall im Berichtsjahr wird dadurch aufgewogen, daß die Erzeugung von Guano, der aus den Rückständen gewonnen wird, mehr und mehr zugenommen hat. Das Gesamterträgnis des norwegischen Walfangs betrug 35 bis 36 Millionen Kronen.

In einigen Gebieten, wie bei den Shetlands- und Färöer-Inseln, zeigten sich Schwankungen im Auftreten bestimmter Walarten, so zeigten sich 1914 bei den Shetlands und Hebriden viel Finnwale und bei den Färöer-Inseln viel Blauwale im Gegensatz zu früheren Jahren. Ob sich in den kalten Gebieten der südlichen Halbkugel die Ausbeute ungefähr auf der Höhe der früheren Jahre halten wird, ist eine sehr große Frage, da Raubwirtschaft getrieben wird.

Br.

Neuere Veröffentlichungen.

Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Roald Amundsens Antarctic Expedition. Scientific Results: *Meteorology.* H. Mohn. (Aus: Videnskapsselskapets Skrifter I. Mat. Naturw. Kl. 1915 Nr. 5.) 8°. 78 S. Kristiania 1915. H. J. Dybwad.

Handelsgeographie und Statistik.

Reichsamt des Innern, Berlin: *Die Handelsverträge des Deutschen Reichs. Eine Zusammenstellung der geltenden Handels-, Zoll-, Schiffahrts- und Konsularverträge des Reichs und einzelner Bundesstaaten mit dem Ausland.* Ergänzsbd. und Sachverzeichnis f. d. Gesamtwerk. 8°. XXII, 582 S. Berlin 1915. E. S. Mittler & Sohn. 7.00 *M.*

Schmidt, L. W.: *Die Entwicklung der Außenhandelsbeziehungen der Vereinigten Staaten von Amerika während des ersten Kriegsjahres 1914/15.* 8°. III, 24 S. m. 20 Tab. (Hft. 3 aus: »Kriegswirtschaftl. Untersuchgn. aus d. Institut f. Seeverkehr u. Weltwirtschaft a. d. Univers. Kiel.) Jena 1915. G. Fischer. 1.80 *M.*

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Sur le prétendu changement du climat européen en temps historiques. H. H. Hildebrandsson. »Nova Acta, Soc. Scient. Upsaliensis.« Sec. IV. Vol. 4. Nr. 5.
Enkele zwevende meeningen in de meteorologie. »Hemel en Dampkring« 1915, December.
Die Erforschung des tropischen Luftozeans in Niederländisch-Ost-Indien. W. Köppen. »Geogr. Ztschr.« 1915, Hft. 12.
Climatological stations and local authorities. W. N. Shaw. »Washington, Monthly Weather Review« 1915, September.
Influence of a forest on the temperature of an air current. M. Lalin. Ebenda.
Grafische tabellen van de waargenomen richting van cycloonbanen in den Zuid-Indischen Oceaan. L. Roosenburg. »De Zee« 1916, Nr. 1.
Tropical hurricane of September 29 in Louisiana. J. M. Cline. »Washington, Monthly Weather Review« 1915, September.
E. Gieseler über die Abhängigkeit der Zahl der Tage mit Niederschlägen vom Datum. »Meteorol. Ztschr.« 1915, Hft. 12.
Sind die bürgerlichen Monate die besten Zeitabschnitte für die Darstellung der jährlichen Regenperiode in Deutschland? A. Thraen. »Meteorol. Ztschr.« 1915, Hft. 12.
Die mittlere jährliche und monatliche Verteilung des Gewitters in Nord- und Mitteldeutschland. »Elektrotechn. Ztschr.« 1916, Hft. 3.
Über die Reduktion der an Stationsbarometern (Gefäßbarometern mit fixem Boden) gemachten Ablesungen auf 0°. J. Liznar. »Meteorol. Ztschr.« 1915. Hft. 12.
Genaue Feststellung von Druckverschiebungen und dominierenden Hochströmungen in der Atmosphäre. W. Krebs. »Deutsche Luftfahrer-Ztschr.« 1915, Nr. 23/24; 1916 1 u. 2.
Die Wiener Pilotballonaufstiege vom 26. April bis 1. Mai 1915. R. Dietzius. »Meteorol. Ztschr.« 1915, Hft. 12.

Meeres- und Gewässerkunde.

Krümmel's handbook of oceanography. L. Meeking. »Bullet. Americ. Geogr. Soc.« 1915, Nr. 12.
Stroommisleiding. »De Zee« 1916, Nr. 1.
Iets over het zeewater als bron van iodium en broom. F. Liebert. »Mededeel. over Visscherij« 1915, November.
Formeln zur Berechnung der mittleren Wassergeschwindigkeit in einem Querschnitt für den Memelstrom und seine Mündungsarme. H. Bindemann. »Jahrb. f. d. Gewässerkde. Norddeutschlands, Besond. Mitteil.«, Bd. 3. Nr. 1.
Niederschlag und Abfluß im Odergebiet. K. Fischer. Ebenda. Bd. 3. Nr. 2.

Fischerei und Fauna.

Über die Schwankungen in den Erträgen der großen Seefischereien von J. Hjort. E. Ehrenbaum. »Der Fischerbote« 1915, Nr. 11/12.
The Bureau of Fisheries. »Science« 1915 December 31.
Die praktische Fischereibiologie als Helferin der theoretischen Biologie. P. Schiemenz. »Die Naturwissenschaften« 1915, Hft. 51.
Die britische Hochseefischerei im ersten Kriegsjahre. P. Knorr. »Mitteil. d. Deutsch. Seefisch-Vereins« 1915, Nr. 11/12.
Die Fischerei Norwegens im Jahre 1914. »Der Fischerbote« 1915, Nr. 11/12.
Die Seefischerei in Belgien. H. Steinert. Ebenda.
Ein untergegangener, jetzt wieder erschienener Nutzfisch des Atlantischen Ozeans. Henking. »Mitteil. d. Deutsch. Seefisch-Vereins« 1915, Nr. 11/12.
Die Makrelenfischerei an der schleswig-holsteinischen Ostküste. A. Hinkelmann. Ebenda.
Über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnis von den Rassen der wichtigsten Nutzfische. H. C. Redeke. »Cons. Perm. Internat. pour l'Explor. de la Mer. Rapports et Procès Verbeaux« Vol. XXII. Rapports.
Fünfter Bericht über die Pleuronectiden in der Ostsee. A. C. Johansen. Ebenda.

Physik.

Der magnetische Charakter des Jahres 1914. »Meteorol. Ztschr.« 1915, Hft. 12.
Bigelow on the circulation and radiation in the atmospheres of the earth and the sun. F. W. Very. »Science« 1915 December 3.
De atmosfeer en de voortplanting van electrische golven. »Hemel en Dampkring« 1915, September.
The zodiakal light. »Scientif. Americ. Suppl.« 1915, December 11.
Verschwisterte und vergesellschaftete Halos. A. Wegener. »Meteorol. Ztschr.« 1915, Hft. 12.
Unsymmetrische Berührungsbögen an Sonnenringen. Ebenda.
Luchtpiegelingen. »Hemel en Dampkring« 1915, September.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Über einen Apparat zur harmonischen Analyse und Synthese von periodischen Kurven. E. Lübcke. »Physikal. Ztschr.« 1915, Nr. 24.

Astronomie, terrestrische und astronomische Navigation.

Die Ortsbestimmung auf See. H. E. Timerding. »Die Naturwissenschaften« 1916, Hft. 3.
Een vierde methode voor de berekening de hoogtelijn. F. T. A. Cedee. »De Zee« 1916, Nr. 1.

De methode cedee voor de berekening de hoogtelijn. J. W. Langeler. Ebenda 1915, Nr. 12.
Mittagslinie und Qibla. C. Schoy. »Ztschr. d. Gesellsch. f. Erdkde, Berlin«. 1915, Nr. 9.
De peilingslijn in de wassende kaart. J. v. Roon. »De Zee« 1915, Nr. 12.
Gleichzeitige Mondphasen. M. Möller. »Mitteil. d. Geogr. Gesellsch. Wien« 1915, Nr. 11/12.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Rußlands Hafennöte im Winter. R. Hennig. »Überall« 1916. Jahrg. 18. Hft. 4.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Die XVII. ordentliche Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft. »Die Naturwissenschaften« 1915, Hft. 53.
Uitvoering Londensche verdrag betreffende de beveiliging van menschenlevens op zee. »De Zee« 1915, Nr. 12.
Der Aufschwung der dänischen Motorschiffahrt. »Motorschiff u. Motorboot« 1916, Nr. 1.
Het schip in den storm. J. E. Dik. »De Zee« 1915, Nr. 12.
Mittelwerte bei Größenangaben von Handelsschiffen. »Hansa« 1915, Nr. 52.
Die Takelung und ihre Geschichte. T. Rónay. (In ungar. Spr.) »A Tenger« 1916, Nr. 1.
Neuere Rohölmaschinen und ihre Anwendung für Kriegsschiffe. B. Schapira. »Prometheus« 1916. Jahrg. 27. Nr. 14 u. 15.
Systematische Propellerversuche, Serie A. K. Schaffran. »Schiffbau« 1916. XVII. Jahrg. Nr 7.

Handelsgeographie und Statistik.

Die Hauptwege des Seeverkehrs, besonders des deutschen Handelsschiffsverkehrs vom militärischen Standpunkte aus. G. Schott. »Geogr. Ztschr.« 1915, Hft. 12.
Über die Aussichten der Schiffahrt nach dem Kriege. »Hansa« 1916, Nr. 3.
Die Seeschiffahrt im Jahre 1915. Ebenda. Nr. 1, 2 u. 3.

Die Witterung an der deutschen Küste im Dezember 1915.

(Amtlich)

Mittel, Summen und Extreme
aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm + Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom 30j. Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br. Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C. 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom 15j. Mittel	Zahl der Frosttage (Min. <0°)	Eistage (Max. <0°)
Borkum	7.7 m	53.3	−6.9	70.0	19.	36.6	24.	3.5	4.3	3.9	3.3	+0.9	3	1
Wilhelmshaven	8.5	54.1	−6.5	69.3	19.	37.7	24.	2.7	3.5	3.2	3.0	+1.6	7	2
Keitum	8.4	53.3	−5.8	68.0	19.	40.4	24.	1.3	1.9	1.9	1.5	−0.3	13	3
Hamburg	26.0	54.5	−6.3	68.2	19.	39.1	24.	2.6	3.4	2.7	2.8	+1.8	7	2
Kiel	47.2	55.5	−4.7	67.2	19.	42.0	5.	1.0	2.0	1.4	1.3	+0.5	12	3
Wustrow	7.0	54.5	−4.8	67.5	31.	39.9	5.	0.8	1.5	1.2	1.1	+0.1	11	3
Swinemünde	10.05	55.2	−5.9	68.9	31.	40.8	5.	0.8	1.7	1.2	1.1	+0.7	13	4
Rügenwaldermünde	6.9	55.0	−6.1	70.4	31.	41.9	5.	0.6	1.1	0.8	0.8	+0.5	17	4
Neufahrwasser	4.5	55.6	−5.5	71.9	31.	42.2	5.	−0.3	0.7	−0.1	−0.1	+0.4	19	5
Memel	9.6	55.6	−4.8	72.6	31.	40.0	9.	−2.0	−1.5	−2.2	−2.0	−0.9	23	7

Stat.	Temperatur-Extreme Mittl. tägl. Max.	Min.	Absolutes monatl. Max.	Tag	Min.	Tag	Temperatur-Änderung von Tag zu Tag 8h V	2h N	8h N	Feuchtigkeit Absolute Mittel mm	Relative, % 8h V	2h N	8h N	Bewölkung 8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	5.2	2.5	9.1	10.	−3.8	22.	1.9	1.6	1.8	5.6	92	92	92	8.9	8.7	8.8	8.8	+1.5
Wilh.	5.3	0.9	11.4	6.	−5.8	22.	2.2	2.2	2.3	5.4	93	95	91	9.3	8.9	8.7	9.0	+1.5
Keit.	3.7	−0.1	7.6	10.	−6.8	21.	2.3	1.6	2.2	4.9	94	94	92	8.3	7.9	7.6	7.8	+1.5
Ham.	5.3	1.1	12.7	11.	−8.0	22.	2.9	2.0	2.3	5.1	88	86	90	8.8	8.7	7.7	8.4	+0.4
Kiel	2.9	−0.1	8.4	11.	−8.8	22.	2.4	1.9	1.9	4.8	91	92	94	7.9	8.2	6.7	7.6	−0.4
Wus.	3.2	−0.9	11.6	11.	-13.4	23.	2.4	2.5	2.1	4.6	89	90	90	8.2	8.5	8.1	8.3	0.0
Swin.	3.4	−0.7	11.3	11.	-11.0	23.	2.6	2.4	2.2	4.6	89	87	89	7.4	8.0	7.6	7.9	−0.2
Rüg.	2.6	−1.1	10.9	11.	-10.2	23.	2.8	2.4	2.0	4.4	88	88	89	9.1	9.2	8.7	9.0	+0.9
Neuf.	2.3	−1.9	10.1	11.	-10.2	23.	2.9	2.4	2.3	4.2	87	86	88	8.2	7.6	7.8	7.5	−0.6
Mem.	1.6	−3.8	5.9	7.11.12	-14.4	24.	3.6	3.0	3.2	3.7	88	87	87	9.3	8.6	8.7	8.9	+0.5

Stat.	Niederschlag, mm[1]						Zahl der T					
	8a V–8a N	8a N–8a V	Summe	Ab-weich. vom Norm.	Max.	Dat.	mit Nieder-schlag ≥ mm 0.2	1.0	5.0	10.0	K u. T	Somm.-Tage
Bork.	51	68	119	+ 59	15	4.	27	24	7	3	0	0
Wilh.	56	81	137	+ 89	18	4.	27	25	10	4	0	0
Keit.	62	45	107	+ 37	21	6.	25	18	7	3	0	0
Ham.	66	75	141	+ 83	18	4.	25	23	12	5	0	0
Kiel	65	72	137	+ 76	21	4.	26	22	9	4	0	0
Wus.	38	42	79	+ 40	10	6.	19	19	6	1	0	0
Swin.	42	40	82	+ 41	11	4.	21	17	7	1	0	0
Rüg.	46	48	94	+ 49	14	4.	21	18	9	2	0	0
Neuf.	33	44	77	+ 44	12	4.	21	16	6	1	0	0
Mem.	46	51	97	+ 50	9	24.	24	22	10	0	0	0

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtunge										
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW
Bork.	2	3	7	2	5	4	10	4	2	4	32
Wilh.	3	1	5	1	10	4	6	9	13	6	13
Keit.	3	4	5	1	0	6	8	9	13	3	10
Ham.	2	1	1	0	3	14	16	3	1	5	19
Kiel	1	0	5	1	10	4	9	0	21	5	16
Wus.	1	2	2	0	2	7	20	6	10	6	9
Swin.	3	0	1	0	0	0	20	6	10	2	20
Rüg.	1	5	2	3	2	5	9	8	11	12	10
Neuf.	2	1	2	0	3	1	7	15	21	6	7
Mem.	2	0	0	0	19	7	17	13	4	1	4

In seinen Monatswerten kennzeichnet
niedrigem Barometerstand als sehr reich an
und an der Nordsee als verhältnismäßig trü
Ostsee im ganzen unter der vieljährigen lag;
südlichen Richtungen und ergaben meist zu
keiten, soweit selbsttätige Aufzeichnungen vo

Frei von Niederschlägen längs de
Tag; bis auf kleinere Niederschläge waren
der 9. (am Tage) an der westlichen Ostsee,
17. an der Ostsee, der 19. über Rügen und
Oder, der 22. zwischen Elbe und Oder, so
Heiteres Wetter von einiger Ausdehnung
lichen Ostsee, am 16. über Rügen und Pomr
westlichen Ostsee ein. Nebliges Wetter tr
und 2. von der westlichen Nordsee bis Rüg
Oder, am 10. an der Nordsee, am 17. und 18.
24. an der Nordsee, vom 25. bis 28. von de
29. an der ganzen Küste und am 31. ostwärts b
Winde wehten über ausgedehntem Gebiete
Windrose an der östlichen Ostsee, am 6. aus
und 8. aus westlichen Richtungen ostwärts b
aus westlichen Richtungen an der ganzen Küs
aus westlichen Richtungen. Gewittersche
am 8. und 12. an der westlichen Nordsee sov

Gegenüber hohem, vom Ozean nach
Luftdruck erstreckte sich vom 1. bis 11. ein

[1]) Die Niederschlagswerte sind auf ganze Millime
[2]) Vgl. die Erläuterungen der Januar-Tabelle, »A

Frankreich,
nach Deutsc
Nordosteuro
schweren St
schwindigkei
Kanals bis W
traten am 1
Monats auf.

Im Rü
tiefs unter 7
ausläufer üb
Nordmeer u
Küste vorüb
während die
druckgebiet
nun auf sei
reich heran
Luft vom In
wärts über D
schläge ein,
dringenden
im Osten ab
zum 29. kei
dringendes
deutschland
Vorderseite
herbei, und
folge der E
folgenden T
im Westen
Nordosten, i
Wetter gehe
reich nach
an der Nor
und der bis
der Ostsee
aus und die
der ganzen
eines vom
schlägen be
gebiet, das
bei Winden
schen Küste
herbei, wäh
Tiefdruckge

Zu de
der Ostsee, in
1915, S. 479,
gischen Institu
Der H
Rotterdam, Au
erschwerte Se
zu lesen.

Druck

ınd drangen von hier ein Tiefausläufer nach dem anderen ostwärts
ıland vor, von wo sie meist unter Entwicklung eines Teiltiefs nach
›a weiterzogen; auffällig war besonders ein von ausgedehnten und
ürmen begleitetes Teiltief, das mit außerordentlich großer Ge-
t vom Abend des 4. bis zum folgenden Abend vom Osteingang des
Vestrußland fortschritt. Bei ozeanischen Winden südlicher Herkunft
). und 11. fast an der ganzen Küste die höchsten Temperaturen des

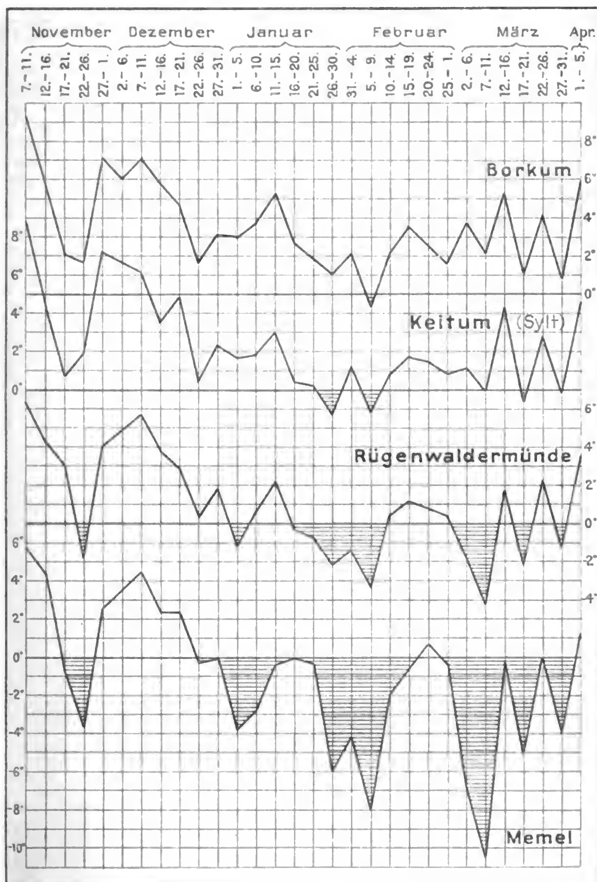
ıcken eines am 12. über die mittlere Ostsee hinwegschreitenden Teil-
35 mm drang an diesem Tage ein an Höhe zunehmender Hochdruck-
er Frankreich vor und dehnte sich am 12. und 13. bis nach dem
ıd über die Alpen hinweg aus. Die Winde drehten im Westen der
ergehend nach Nordwest und führten eine starke Abkühlung herbei,
Niederschläge bestehen blieben; diese ließen erst nach, als das Hoch-
sich bis zum Morgen des 15. nach Osteuropa verlagert hatte und
ıer Rückseite unter Wechselwirkung mit einem neuen von Frank-
:iehenden Tiefausläufer südöstliche Winde einsetzten, die trockene
.land herbeiführten. Doch traten im Bereich des genannten, sich ost-
›eutschland ausbreitenden Tiefausläufers bereits am 18. wieder Nieder-
die sich unter dem Einfluß eines von Skandinavien südwärts vor-
Tiefausläufers im Westen, von Erwärmung begleitet, bis zum 20.,
er bei strenger Kälte bis zum 22. fortsetzten und hier vom 18. bis
ıe Unterbrechung erfuhren. Ein in der Nacht zum 21. ostwärts vor-
:Iochdruckgebiet, das sich am Morgen von Südwesteuropa über Süd-
und Skandinavien bis nach dem Eismeer erstreckte, führte auf seiner
zunächst an der Ostseeküste bei nördlichen Winden strenge Kälte
diese breitete sich mit dem Fortschreiten des Hochdruckgebiets in-
:ntwicklung von südöstlichen Winden auf seiner Westseite in den
agen über die ganze Küste aus; die größte Kälte des Monats trat
der Küste meist am 22., an der Ostsee am 23. und im äußersten
n Memel am 24. ein. Nachdem am 21. ostwärts bis zur Oder trockenes
›rrscht hatte, brachte ein neuer, in der Nacht zum 22. von Frank-
Deutschland vordringender Tiefausläufer an diesem Tage zunächst
lsee Niederschläge; mit seiner Ausbreitung über ganz Deutschland
; zum 27. erfolgenden Verlagerung nach Jütland und dem Süden
ɔreiteten sich die Niederschläge alsbald wieder über die ganze Küste
› wieder einsetzenden südwestlichen Winde hatten bereits am 26. an
Küste Tauwetter im Gefolge, das am 27. und 28. unter dem Einfluß
Kanal nach Jütland vordringenden neuen Tiefausläufers mit Nieder-
stehen blieb. Ein am 29. über Skandinavien entwickeltes Hochdruck-
sich in den letzten Tagen südostwärts nach Polen verlagerte, führte
aus östlichen Richtungen wieder kälteres Wetter, an der preußi-
teilweise strengen Frost und an der Ostsee meist trockenes Wetter
rend die Nordseeküste im Bereiche von Ausläufern des ozeanischen
·biets blieb und die Niederschläge daher dort fortdauerten.

Berichtigung.

ın Artikel »Die Eisverhältnisse des Winters 1913/14 in den außerdeutschen Gewässern
holländischen, belgischen und französischen Gewässern« Annalen der Hydrographie usw.
Abschnitt III, ist auf Grund von Mitteilungen des Kgl. Niederländischen Meteorolo-
ıts zu berichtigen:
afen von Texel ist im Winter 1913/14 keinen Tag durch Eis gesperrt gewesen. Ferner:
ısterdam, Dordrecht und Harlingen haben um diese Zeit bis zu 14 Tagen mit durch Eis
:elschiffahrt gehabt. — In der 10. Zeile von unten ist Hembrug statt Harlingen

·lag von E. S. Mittler & Sohn, Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei,
Berlin SW Kochstraße 68—71.

Temperaturverlauf im Winter 1914/15 ausgedrückt durch Pentadenmittel



Druck d. Deutschen Seewarte.

Die Tafeln der Meridionalteile.

Von **A. Wedemeyer.** (Schluß.)

Jansz Corneliß Lastman. Nach Halley hat der Reverend *William Oughtred* zuerst zur Berechnung der Meridionalteile die Summation der Sekanten der halben Minuten vorgeschlagen. Es ist mir nicht gelungen, diese Regel aufzufinden. Vier Werke von Oughtred habe ich durchgesehen, darunter eins mit dem Titel »*Opuscula*«. Es scheint daher, als ob er noch mehrere größere Arbeiten verfaßt hat. Nach James Wilson hat Oughtred in einem Nachtrag zu seiner 1633 erschienenen Abhandlung: The Circles of Proportion, einige wichtige Fragen aus der Nautik gut behandelt. Das älteste englische Werk, das eine Tafel bringt, die durchweg nach Oughtreds Regel gerechnet ist, scheint *The Mariners Magazine,* London 1669, von Capt. *Samuel Sturmy* zu sein, das bereits erwähnt wurde. Die darin enthaltene Tafel gibt die Meridionalteile von 10′ zu 10′ der Breite auf $^1/_{10}$ League $= {^3/_{10}}$ Sm. Von Halley wird die Tafel von *Jonas Moore* in *A new Systeme of the Mathematicks,* London 1681, erwähnt. Da ich die Tafel nicht erhalten konnte, war nicht festzustellen, welche Abweichungen sie gegen die Tafel von Sturmy zeigt. Dies ist aber, wie gleich gezeigt werden soll, wichtig. Bathe bringt nur einen Auszug auf je zehn volle Grade der Breite bis 80° einschließlich, was für die Vergleichung nicht ausreicht. Es handelt sich bis 80° um Unterschiede von $^1/_{10}$ Sm; da nun Sturmy die Werte in Leagues gibt, kann der durch Umrechnung in Seemeilen entstehende Fehler größer werden, nämlich gleich $3 \cdot 0.05 = 0.15$ Sm. Bei 89° soll nach Bathe der Unterschied Mendoza-Moore = 0.2 Sm sein. Falls die Sekanten für jede halbe Minute auf $^1/_{100}$ Sm richtig addiert sind, ist zu dem Tafelwert Moores hinzuzuzählen

$$\tfrac{1}{24}(\sec 89^\circ\, \tfrac{1}{2}' - \sec 88^\circ\, 59\tfrac{1}{2}') = \tfrac{1}{24}(57.78 - 56.83) = \tfrac{1}{24} \cdot 0.95 = 0.04'.$$

Erst bei etwa 89° 40′ werden die Korrektionen merklich, so daß sie die durch Abrundung entstandenen Fehler überragen. Es ist

$$\sec 89^\circ\, 41\tfrac{1}{2}' - \sec 89^\circ\, 40\tfrac{1}{2}' = 185.825 - 176.296 = 9.529;$$

mithin wird die Beschickung zum wahren Wert gleich $\tfrac{1}{24} \cdot 9.529 = 0.397$. Bei 89° 50′ ist sie

$$\tfrac{1}{24}(361.869 - 327.505) = \tfrac{1}{24}(34.464) = 1.436.$$

Wie die kleine Tabelle S. 76 zeigt, beträgt der Unterschied Mendoza-Sturmy bei 89° 40′ + 0′.4, bei 89° 50′ + 0′.4. Die englische Tafel ist also von 89° 40′ an nicht mehr durch Addition der Sekanten der halben Minuten entstanden. Direkt mit Benutzung des in Gunter's Works gegebenen Divisors ist sie auch nicht gerechnet; ich glaube daher, daß man die Intervalle verkleinert hat. Mit 89° 50′ schließt die Tafel von Sturmy ab.

Für 89° 59′ gibt Moore nach Halleys Angabe 30364.3. Halley bemerkt dazu: »The last or 89° 59′ is not 32348.5279 as Mr. Wright has it by the addition of the Secants of every whole minute, nor 30249.8 as Oughtred's Rule makes it by adding the Secants of every other half minute[1]), nor 30364.3 as Sir Jonas Moore had concluded it by I know not what method, tho' in the rest of his Table he follows Oughtred. It is

30374.9634311414228633.«

Ich habe gefunden 30374.9634311414158787. Kästner findet für 89° 58′ 27992.0991099. Der Wert 30249.8 ist entstanden durch Addition von sec 89° 58′ 30″ = 2291.8 zu 27958.0, dem Werte Moore's für 89° 58′. Sicher ist, daß der Wert 30364.3 nicht durch Addition der Sekanten entstanden ist, selbst wenn man von Sekunde zu Sekunde addiert hätte. Jonas Moore muß den Wert also auf andere Weise erhalten haben. Auffällig ist nun, daß die Tafel Moores für 89° 58′

[1]) »Für 89° 59′ hat Oughtred (nach Halley) 30249.8« nach Bathes Angabe.

und 89° 59′ genau dieselben Werte liefert, als die von *Jansz Corneliß Lastman* in *Beschrijvinghe van de Kunst der Stuur-Luyden*, Amsterdam 1653, veröffentlichte. Das Privileg und ein Schreiben von Lastman auf dem Titelblatt stammen aus 1642. Auf dem Titel steht, daß C. J. Lastmans Seefahrtsschule jetzt noch in seinem Hause durch seinen Sohn Symon Corneliß Lastman unterhalten wird. Nach Bathes Angabe findet sich die Tafel auch in dem 1652 erschienenen Werke desselben Verfassers: *De Schatkamer der grooten Zeevaerts-Kunst,* dessen Privileg aus 1621 stammt. Falls die Ausgabe von 1621 diese Tafel enthielte, müßte Lastman als der erste bezeichnet werden, der die Sekanten der halben Minuten addiert hat. Er bildet zwar in dem Beispiel zur Berechnung der Werte für 1°, 2°, 3°, 4° $1 : \frac{1}{2}(\cos\varphi + \cos(\varphi - 1'))$. Die Tafel ist aber in 1′ Intervall gerechnet; dann ist aber $\sec(\varphi - \frac{1}{2}') \sec \frac{1}{2}' = \sec(\varphi - \frac{1}{2}')$. Erwähnt wird die Lastmansche Tafel zuerst in *Onderwys der Zee Vaert* von *Dirck Rembrantsz van Nierop,* Amsterdam 1655.

Daß bei der Herstellung der Lastmanschen Tafel nicht mehr als eine Dezimale verwendet ist, scheint sicher zu sein; denn Lastman hat fast durchweg etwas größere Werte als die strengen, was nur durch Abrundung oder Rechenfehler entstanden sein kann. Auffällig ist der Druckfehler für 89° 40′: 20075.2 statt 20076.2. Ein Rechenfehler liegt nicht vor, da alle folgenden Werte richtig sind. Dieser Druckfehler ist in eine große Anzahl anderer Werke übergegangen. An diesem Druckfehler und an dem Werte 30364.3 für 89° 59′ kann man erkennen, ob eine Tafel aus Lastman entnommen ist. Daß Lastman nicht als Regel angibt, die Sekanten der halben Minuten zu addieren, mag wohl darin seinen Grund haben, daß ihm Tafeln der Sekanten von 10″ zu 10″ unbekannt waren; die kleineren Tafelwerke gaben nur für die letzten fünf Grade die Sekanten von 10″ zu 10″ und für 89° bis 90° in 1″ Intervall. Bis 85° kann man, da sich die Sekanten sehr gleichmäßig ändern, linear einschalten. Dann ist auch die Guntersche Methode mit der von Lastman identisch; Gunter hat jedoch ein größeres Intervall angewendet, aber die Sekanten auf drei Dezimalen addiert.

Nach *Günther* enthält *Jonas Moore, A Mathematical Compendium* or Useful Practices in Arithmetic, Geometry etc., London 1664, eine Table of Meridional Miles (hier tritt zuerst die Bezeichnung Meridianmeile auf). Da Moore den Wert 59° 36′ durch Einschalten zwischen 59° 30′ und 59° 40′ bildet, scheint die Tafel 10′ Intervall gehabt zu haben, wie die Tafel von Sturmy. Die von Günther mitgeteilten Werte 3202 und 4487 stammen aus Snellius, der Wert 4460 für 59° 30′ ist ein Druckfehler.

Abraham de Graef hat in *De seven Boeken van de groote Zevaert,* Amsterdam 1658, und in *De kleene Schatkamer,* 3. druck, Amsterdam 1703 dasselbe Beispiel wie Lastman gebracht. Seine Tafeln stimmen bis 50° mit der von Lastman überein, dann weichen sie immer mehr ab. »Da dies Verfahren von Grad zu Grad einige Mühe macht, habe ich hier die Tafel von Minute zu Minute berechnet nach der Sinustafel, radius 10000000, der Sicherheit halber.« Nach Bathe soll er ein einfacheres Verfahren zur Berechnung eingeschlagen haben. Solche Näherungsversuche sind sehr interessant; ich habe aber nichts Derartiges gefunden. Ich kann mir auch nicht denken, daß es etwas Einfacheres gäbe als die Addition der Sekanten. Graef sagt S. 65: Wright und Stevin haben bei 80° zwei Minuten Unterschied; das kommt, weil nicht die Mittelsekante, sondern die Sekante genommen ist.

J. Viret bringt in *Le flambeau reluisant ou proprement thresor de la navigation, traduit du Flamand en Français,* Amsterdam 1667, dasselbe Beispiel und die Tafel Lastmans von Grad zu Grad. Er gibt noch an, wie man am bequemsten $1 : \frac{1}{2}(\cos\varphi + \cos(\varphi - 1°))$ bilden kann. Er errechnet erst das Mittel aus den Cosinus, bestimmt den zugehörigen Winkel und entnimmt dann die zugehörige Sekante. Alle diese Beispiele sind von Grad zu Grad mit sieben Dezimalen gerechnet, dann werden die überflüssigen Dezimalen gestrichen.

Claas Hendrikß Gietermaker, 't Vergulde Licht der Zeevaert ofte Konst der Stuurluyden, 3. druck, Amsterdam 1677[1]), bringt dasselbe Beispiel wie Lastman

[1]) 1. druck 1660.

und eine Tafel in 1° Intervall, die die richtigen Werte enthält; dann sagt er, man solle linear einschalten. In den *Nieuwe konstige Tafelen der sinuum, tangentium en secantium, met noch een Tafel der vergrootende breette,* Amsterdam 1677, Privileg 1668, folgt die Tafel Lastmans.

A. Vlacq, Tables des Sinus, Tangentes et Secantes et celles des Sinus et Tangentes par le nombre Logarithme, comme aussi les Tables de la Latitude aggrandissante, Amsterdam 1668, enthält die Lastmansche Tafel. Die Überschriften in den Tafeln sind flämisch. Vor den Tafeln befindet sich ein Traité particulier des triangles superficiels ou égaux. Auf dem Titel steht noch, daß »une claire et farfaite instruction« zum Gebrauch der Tafeln beigegeben sei. Am Schlusse folgt ein Avant-Coureur du Quadrant Marin ou de la Charte Quarrée von *Pierre Ruelle.* Das Ganze ist mit dem erwähnten Buch von Viret zusammengefaßt. Ruelle bezeichnet die Mittelbreite als latitude aggrandissante. Die Tafel der M. P. ist die von Lastman.

De Tafelen Sinuum, Tangentium en Secantium, ofte der hoekmeten, raaklynen en sny lynen, als mede de tafel der vergrootende breete usw., Amsterdam (ohne Jahr und Verfasser), enthält die Tafel von Lastman mit einer Anzahl Druckfehler, obgleich der Verfasser betont, daß er die Vlacqschen Tafeln verbessert habe. Die Tafelen usw. sind offenbar ein verkleinerter Nachdruck der Tafeln von Vlacq. Nach J. Wilson hat Abraham de Gruel die Tafel der vergrößerten Breiten eingefügt und ihren Gebrauch in seinem Kursus der Mathematik erläutert.

Jean Bouguer[1]) *(Traité complet de la Navigation,* Paris 1706) will sogar die Dezimalen der Sekanten ganz streichen. Seine Tafel hat 10′ Intervall und gibt die Werte auf ganze Seemeilen. Er führt die Gunter-Skala in Frankreich ein und fügt eine graphische Darstellung der vergrößerten Breiten bei. Diese Darstellung ist dadurch merkwürdig, daß er die Skala für die vergrößerten Breiten linear teilt und dementsprechend die geographischen ansetzt; sie ist also der Table of Rumbs von Wright entsprechend gebildet; Maßstab 100 Sm = 1.5 cm. Die Tafel hat auch die Zahl 20075.

Manoel Primental, Arte de Navegar, Lisboa 1712, führt die Lastmansche Tafel in Portugal ein. Die Tafel führt die Überschrift: Taboada dos Graos crecidos ou Latitudo crecida ou Partes Meridionales. Die Tafeln zeichnen sich durch guten Druck aus; das einzige Werk, das dem Bedürfnis der Seefahrer entgegenkommt, die nicht mit kleinen Ziffern arbeiten können.

Die Lastmansche Tafel ist in fast alle nautischen Tafelwerke übergegangen und mit Recht. Wie schon festgestellt, weicht sie bei 89° Breite, Rechen- und Abrundungsfehler ausschließend, nur um einige Zehntel von den wahren Werten ab. Eine Neurechnung der Tafel nach der direkten Formel war unnötig, trotzdem nicht die Sekanten in unendlich kleinem Intervall summiert waren, worauf Bathe großen Wert zu legen scheint. Das Verfahren von Lastman und das von Oughtred hätten genau dieselben Ergebnisse zeitigen müssen, auch wenn sie Sekanten auf fünf Dezimalen summiert hätten, denn der Faktor sec $\frac{1}{2}'$ beeinflußt erst die achte Stelle. Die Tafel von Moore hat keine Vorzüge vor der von Lastman. Ob sie überhaupt durch eigene Rechnung entstanden ist, ist, wie schon ausgeführt, zu bezweifeln. Daß der Mathematiker Moore durch Differenzreihen vielleicht den Fehler 20075 beseitigt hat, ist kein großes Verdienst. Der Kapitän Samuel Sturmy hatte bereits den richtigen Wert. Mir scheint, als ob vor Sturmy eine Tafel existiert hat, die besser war als die von Lastman, d. h. in der die

[1]) *Pierre Bouguer,* Nouveau Traité de Navigation, 1. Aufl. 1753, 2. Aufl. 1760 von De La Caille, 3. Aufl. 1792 von De La Lande, composé par l'ordre du Ministre, Paris, gibt ebenfalls als Regel an, die Sekanten der vollen Minuten zu addieren, bringt aber die Tafel von Lastman mit dem charakteristischen Fehler 20075. Bouguer leitet die exakte Formel auf geometrischem Wege ab. La Caille bemerkt dazu, daß Gregory, Barrow, Wallis und Halley andere Beweise gegeben hätten, und verweist auf Abrége du Pilotage (de Coubert), die 1766 von Le Monnier neu herausgegeben wurde, worin Halleys Vortrag aus den Philos. Transactions übersetzt ist. La Caille wurde zu dieser Bemerkung wohl veranlaßt durch das Referat von J. Wilson, worin gesagt wird, daß Bouguer die exakte Formel ableitet, was man in England schon seit 100 Jahren kannte.

Summierung der Sekanten mit mehr Dezimalen durchgeführt war. Zum Vergleich möge folgende Zusammenstellung dienen, vgl. S. 76:

	70°	71°	72°	73°	74°	75°	76°	77°	78°	79°
St.	59 658	61 455	63 348	65 343	67 455	69 702	72 099	74 670	77 445	80 457
L.	59 659	61 457	63 348	65 344	67 457	69 703	72 102	74 673	77 447	80 458
	80°	81°	82°	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°
St.	83 751	87 390	91 452	96 057	101 167	107 643	115 323	125 220	139 161	162 993
L.	83 753	87 392	91 456	96 059	101 370	107 647	115 326	125 222	139 166	162 998

Die Tafel aufzufinden, ist mir nicht gelungen.

Im 18. Jahrhundert hat man erkannt, daß die letzten Zahlen der Lastmanschen Tafel beträchtlich von der Wahrheit abweichen. *William Wilson, The elements of Navigation,* Edinburgh 1773, und *James Robertson*[1]), *The elements of Navigation,* 1. ed. London 1754, 6. ed. carefully rev. et corr. by William Wales, London 1796, bringen die verbesserten Werte, während sie sonst Lastman kopieren. Ebenso verfährt *Mungo Murray, A treatise on shipbuilding and navigation,* 2. ed., London 1765. Er beschreibt, wie Wright die Tafel angefertigt hat; daß seine Tafel nicht aus Wright entlehnt ist, gibt er nicht an. »The Sum of all the Secants from the equinoctial to the parallel of 29° 30′ is 1854.« *Larsand Chierlin, Sjæmæns dagelige Assistent,* Stockholm 1777, gibt die strengen Werte, aber auf ganze Seemeilen abgerundet. Daß die Tafel nicht von Lastman entlehnt ist, geht daraus hervor, daß dort, wo Lastman auf der letzten Seite 6 und 7 als Endziffer hat, Chierlin nach unten abrundet; aus einer Tafel, die streng mit der Sekante der Mittelbreite aufgerechnet ist, kann sie auch nicht stammen, denn dann müßte dort, wo Mendoza 6 und 7 als Endziffer hat, nach unten abgerundet sein. Es hat den Anschein, als ob eine Rechnung nach der strengen Formel stattgefunden hat; wer der erste Berechner gewesen ist, habe ich noch nicht ermitteln können. *Fabian Casimir Roswall's Navigation,* Stockholm 1806, behält dagegen die Lastmansche Tafel noch bei und verbessert nur die letzten Werte, auch die Zahl 20075·2 erscheint dort. *Andrew Mackay, The complete Navigator,* London 1804, beschreibt, wie Wright die Tafel konstruiert hat, dann folgt: »A more accurate and expeditious method has since been employed for the same purpose. See the treatise on Navigation by the author of this in the Encyclopedia Britannica, vol. XII, page 705.« Die entsprechende Ausgabe der Encyclopedia konnte ich nicht erhalten. Vielleicht kann durch sie der erste Berechner einer strengen Tafel ermittelt werden. Mackay gibt die M. P. auf ganze Seemeilen wie Chierlin.

J. B. J. Delambre, Astronomie Bd. III, Chap. XXXVI Astronomie nautique, addiert die Sekanten der halben Minuten. Er denkt sich den Unterschied zweier aufeinanderfolgender Werte in eine Taylorsche Reihe entwickelt, deren zweites Glied er ableitet. Der Ausdruck dafür $\partial \varphi^2 \sec^2 \varphi \sin 1' \sin \varphi$ ist noch sehr einfach und beweist, daß die 2. Differenzen lange unmerklich sind. »C'est ainsi par des simples additions, j'ai calculé la table des latitudes croissantes pour la sphère.« Da die Tafel mit der inzwischen veröffentlichten Tafel von Mendoza übereinstimmte, hat Delambre ihre Veröffentlichung unterlassen.

Tafeln der Meridionalteile, die durch direkte Rechnung ermittelt sind. *Mendoza y Rios* hat zuerst die Meridionalteile auf $^1/_{100}$ Seemeile direkt nach der Formel: M. P. $= a \cdot \log \text{nat} \tan \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)$ gerechnet. In welchen Intervallen die Grundwerte gerechnet sind, ist nicht angegeben. *Oskar Möllinger* gibt im »*Lehrbuch der wichtigsten Kartenprojektionen mit besonderer Berücksichtigung der Stereographischen, Bonneschen und Merkatorprojektion*«, Zürich 1882, die Meridionalteile auf $^1/_{1000}$ Seemeile für jeden vollen Grad der Breite. Er hat den Zahlenwert a aus Germain übernommen, rechnet aber mit dem richtigen Logarithmus des Faktors a, den er siebenstellig ansetzt. Da die Tafelwerte 7 Ziffern haben, kann die letzte um 1 Einheit fehlerhaft sein, was durch die Tafel Anlage 2 bestätigt wird. Für $\varphi = 50°$ gibt er 3474,481; es muß aber 3474,473 heißen. Für 89°

[1]) Gest. 1776. Nach Bathe hat die 2. und die 5. Aufl. die Tafel von Moore.

wird der Wert 16 299,557 gegeben, genauer ist er 16 299,5564. S. 71 habe ich für 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 68°, 69°, 70° die direkt mit 10stelligen Logarithmen ermittelten Werte angesetzt; der Vergleich mit der Tafel Anlage 2, die durch Addition der Sekanten der halben Grade gewonnen ist, bestätigt, was ich oben über die Herstellung einer solchen Tafel mit Hilfe der mechanischen Quadratur gesagt habe. Die Sekanten sind zehnstellig in die Rechnung eingeführt. Bei Bildung des Integrals wurden siebente Differenzen mitverwertet, da sie von 60° ab die letzte Dezimale beeinflussen. Die Rechnung ist von meinem Sohne Ernst August in wenigen Stunden durchgeführt. Bedenkt man, daß die Sekanten nur auf 10 Stellen gegeben waren und die letzte Einheit in den Tafeln unsicher ist, erner also durch die Addition nur die Meridionalteile in Graden erhalten werden, daher zum Schluß noch mit 60 multipliziert werden mußten, und endlich, daß die 9. Differenzen bei dem gewählten Intervall keinen reellen Wert mehr haben, so ist die geringe Differenz von 1 bis 2 Einheiten der 12. Dezimale genügend erklärt.

Bei der direkten Rechnung ist die Ermittlung des Faktors a wichtig, *Edmund Halley* hat den Divisor, durch den man die natürlichen Logarithmen der Tangenten dividieren muß, um die Meridionalteile in Minuten zu erhalten. zuerst exakt bestimmt mit 0.00029088821...... (auf 24 Stellen) angegeben. Vor ihm schon hatte man (offenbar empirisch nach Bathe) den richtigen Divisor mit bemerkenswerter Genauigkeit erhalten. H. Bond soll nach J. Wilson in der 3. Auflage von Gunters Werken, 1653, als Divisor, um die Meridionalteile in Graden zu erhalten, den Log tang 45° 30′ angesetzt haben. Ferner soll nach Bathes Bericht aus Wilsons Dissertation in Gunters Buch stehen, wenn man $^1/_{20}$ des Divisors nähme, eine Zahl, die sich vom Log tang 45° 1′ 30″ nicht merkbar unterscheide, erhalte man die Meridionalteile in Leagues, in Minuten dagegen, wenn man als Divisor den Log tangens 45° 0′ 30″ (d. i. 12633) nähme. In der 4. Auflage von 1662 steht »or else multiply the foresaid remainder (d. i. die Differenz der Meridionalteile φ_2 und φ_1) by 10, and divide it by the half of the foresaid Tangent of 45 gr. 30 m. and the Quotient shall be the equal or Equinoctial Leagues contained between the two Latitudes«. Wie man sieht, hat J. Wilson der Ausführung in Gunters Buch etwas zugesetzt, was auch deutlich aus der Dissertation hervorgeht[1]). Auffällig ist, daß der Divisor Log tang 45° 0′ 30″ sich sehr lange erhalten hat, trotzdem er theoretisch unrichtig ist. Sogar Breusing (das Verebnen der Kugelfläche, S. 44) benutzt noch diesen Wert. Richtig heißen muß er $\log \frac{\pi \cdot M}{10800}$ (M = Modulus des Briggischen Systems). Dieser Wert unterscheidet sich von Log tang 45° 0′ 30″ allerdings erst in der 8. Dezimale. Halley sagt bereits: »the length of the arc you put for the unity.« Durch Einführung von Log tang 45° 0′ 30″ würde eine andere Einheit als 1′ eingeführt werden; soll aber 1′ die Einheit sein, so würde die Abbildung nicht mehr streng winkeltreu sein. Nach H. Prytz, Tables d'Antilogarithmes, Copenhague, Lehmann & Stage, hat man:

$\log 2^2$	0.602059991327962
$\log 3^3$	1.431363764158986
$\log 10^2$	2.000000000000000
$\log 10800$	4.033423755486949 70
$\log \pi$	0.497149872694133 85
$\log \frac{10800}{\pi}$	3.536273882792815 85
$\log$ Mod	9.637784311300542 90
$\log$ Faktor	3.898489571492272 95;
nach Halley	3.898489571492279 058838.

[1]) Wilson hat diesen Teil seiner Dissertation fast wörtlich aus Halleys Vortrag entnommen. Die Dissertation ist als Sonderabdruck 1804 nochmals erschienen und später in die Encyclopedia Britannica aufgenommen worden. Den Vortrag Halleys hat Kästner ins Deutsche übertragen. Abrégé du Pilotage (Le Monnier, 1766) übersetzt ihn ebenfalls. Die Encyclopedia enthält eine Geschichte und ein vollständiges Lehrbuch der Navigation.

Auf 10 Stellen abgekürzt ist dieser Logarithmus in den »*Formeln und Tafeln zur Berechnung von Merkatornetzen*«, Reichs-Marine-Amt, Berlin 1904, richtig angegeben.

Der zugehörige Numerus ist		7915.70446789781960014261[1]),
nach	*Cotes*[2])	7915.7044678978l9,
«	*Delambre*[3])	7915.704674l,
«	*Germain*[4])	7915.704674,
«	Germain[5])	7915.70447,
«	*Littlehales*[6])	7915.7044558,
«	*Atherton*[7])	7915.7044456.
Der Divisor ist		0.000126331143874244569209 07,
nach	Halley[8])	0.0001263311438742445692l2,
«	Robertson[9])	0.00012633l1438.

Die strenge Formel zur Berechnung der Meridionalteile hat hauptsächlich für die Theorie der Loxodromen Bedeutung. *Abraham Gotthelf Kästner, Weitere Ausführung der mathematischen Geographie,* Göttingen 1795, und *Siegmund Günther, Geschichte der Loxodromischen Kurve,* Halle 1879, behandeln diese Theorie so ausführlich, daß ich mich auf eine Ergänzung beschränken kann. *Gerhard Mercator* hatte bereits 1587 die Winkeltreue der stereographischen Karte bewiesen.[10]) 1638 teilte *Descartes* seinem Korrespondenten Mersenne mit, daß der Bogen der Proportional-Spirale, die 1704 von *Varignon* den Namen Logarithmische Spirale erhalten hat, proportional dem Fahrstrahl wäre und alle Fahrstrahlen unter dem gleichen Winkel schnitte, also $s = a \cdot r$. *E. Marini Mersenni Minimi Cogitata Physico Mathematica,* Paris 1644, III De Arte Nautica, seu Histiodromia & Hydrostatica verweist bei der Besprechung von Loxodromen auf diese Spirale, »cuyus descriptionem vide nostrae Harmoniae Gallicae lib. 2 de motibus, prop. 8 & 9, vel Latinae prolegomenis, ubi describitur iter grauium per plana ejusdem inclinationis ad centrum terrae contendentium«.[11]) Das angezogene Werk konnte ich nicht erhalten. 1640 hatte *Torricelli* die Proportional-Spirale auf anderem Wege gefunden und ihre Rektifikation gezeigt. Er fand $s = r \sec \zeta$ (ζ = Winkel zwischen Loxodrome und Fahrstrahl). In der stereographischen Karte ist $r = \text{tang}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$. Ist λ der Polarwinkel, so ergibt sich leicht $\partial\lambda = \text{tg}\,\zeta\,\frac{\partial r}{r}$ und $\lambda = \text{tang}\,\zeta \log\text{nat}\, r = \text{tang}\,\zeta \log\text{nat tang}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$. Ohne Kenntnis der Infinitesimalrechnung sind diese Schlüsse nicht so einfach zu ziehen. Da man die Winkeltreue der stereographischen Karte kannte, konnte man zwar schließen, daß die Kugelloxodrome in dieser Karte eine Proportionalspirale wäre. Es ist aber kaum anzunehmen, daß man auf Grund mathematischer Schlüsse daraus die strenge Formel zur Berechnung der Meridionalteile gefunden hat. Dies ohne Anwendung der Infinitesimalrechnung zu zeigen, war dem berühmten

[1]) Ohne logarithmische Rechnung kann man diese Zahl einer besseren Logarithmentafel unmittelbar entnehmen, z. B. J. C. Schulze, Sammlung logarithmischer und trigonometrischer Tafeln, Berlin 1778. Obige Zusammenstellung beweist, wie wenig Vertrauen man in die Zahlenangaben vieler Autoren setzen darf.

[2]) Roger Cotes, Logometria Philos. Transact. Vol. XXIX, 1714, Nr. 338, Harmonia mensurarum, Cantabr. 1722; *Colin Maclaurin,* Treatise on Fluxions, Edinburgh 1742, art. 897; Philos. Transact. Nr. 461.

[3]) Delambre, Astronomie, Bd. III.

[4]) A. Germain, Traité des Projections des Cartes géographiques, Paris 1867, S. 283.

[5]) A. Germain, Traité d'Hydrographie, 1882, S. 405.

[6]) G. W. Littlehales & J. S. Siebert. U. S. Hydr. Off. No. 91; Washington 1889.

[7]) John W. Atherton, Table of Meridional Parts for the terrestrial Spheroid, London 1910, S. 4.

[8]) Philos. Transact. Vol. XVIII for 1694/95, London 1696. Nr. 219, S. 202.

[9]) Robertson, The elements of navigation, 6. ed., London 1796, 2. Bd., S. 145.

[10]) G. Coordes, Kleines Lehrbuch der Landkarten-Projektion, 2. Ausg. von Dr. Koch, Leipzig 1896, S. 36. »Der Nachweis, weshalb sich die Loxodromen auf dieser (Mercator) Karte als gerade Linien projizieren, wird hier als höhere mathematische Kenntnisse voraussetzend übergangen!«

[11]) Das Werk von Mersenne wird nirgends erwähnt. In der jetzigen Zeit ist namentlich seine Abhandlung über Unterseeboote interessant.

Bouguer (S. 123) vorbehalten. Der Beweis von Bouguer ist in das *Lehrbuch der Navigation Reichs-Marine-Amt,* Berlin, und in das *Breusing*'sche Werk *Das Verebnen der Kugeloberfläche für Gradnetzentwürfe* aufgenommen. Breusing schreibt (s. S. 70), er habe den Beweis Halleys in der Hauptsache wiedergegeben; ebenso richtig hätte er schreiben dürfen, den Beweis von Mersenne.

Der Berliner Gymnasiallehrer *Ursinus* hatte 1624 eine Tafel der log nat tang berechnet. Die Unterschiede dieser Logarithmen sind nahezu gleich den Sekanten. Es wäre also möglich, daß man daraus erkannt hat, daß log nat tang $\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right) = \sec\frac{1'}{2} + \sec\frac{3'}{2} + \sec\frac{5'}{2} + \ldots . \sec\left(\varphi - \frac{1'}{2}\right)$ ist. Nachrichten darüber sind nicht bekannt. *Gunter* veröffentlichte 1620 eine Tafel der log brigg tang und trug sie auf den von ihm erfundenen Rechenstab auf. Das gleiche tat *Wingate,* Leyden 1627. *Oughtred* gab den Rechenstäben die Form von konzentrischen Kreisen, *Milburne* (1650) gab ihnen Spiralform. *Michael Scheffelt* hat in Deutschland Rechenstäbe mit natürlichen Logarithmen eingeführt. Gunter hatte bereits eine Skala für die vergrößerten Breiten beigefügt. Durch Vergleichung der beiden Skalen mag man auf ihre Identität gekommen sein. *Le Monnier* (s. S. 123) weist bereits auf diese Möglichkeit hin.

Bald nach Entdeckung der Logarithmen war nach *Gino Loria* die Zeichnung der logarithmischen Kurve eine zeitgemäße und leichte Sache. *E. Torricelli* spricht bereits 1644 von der logarithmischen Kurve. Wer zuerst eine Kurve der Logarithmen der Tangenten untersucht hat, habe ich nicht feststellen können. Nach *Kelyer, Lehrbuch der Differentialrechnung,* 3. Teil, Stuttgart 1894, S. 116, soll *Haas* die Kurve $y = \log\frac{1+x}{1-x}$ untersucht haben. Setzt man $x = \text{tang}\,\frac{\varphi}{2}$, so hat man die Gleichung der Loxodrome 45°.

Trug man die Loxodrome 45° in eine stereographische Karte ein, so fand man die Identität mit der Proportional-Spirale, worauf man auch durch die Theorie geführt wurde. Trug man sie in eine Plattkarte ein, wozu die meiste Veranlassung vorlag, so konnte man die Identität mit der Kurve der Logarithmen der Tangenten vermuten. Die Table of Rumbs kann also auf die Entdeckung der Beziehung zwischen den log nat tang und der Sekantensumme geführt haben. Es war dann Aufgabe der Mathematiker, dafür den Beweis zu liefern. Nach *Hermann Wagner* (Ann. d. Hydr. 1915, S. 348 bis 351) hat *Mercator* bereits 1541 ein Kartennetz in ausgedehntem Maße mit krummlinigen Loxodromen bedeckt. Wagner hält es für wahrscheinlich, daß Mercator eine Plattkarte benutzt hat und dadurch auf recht einfache Weise auf seine neue Karte geführt ist.[1]) Sehr wirkungsvoll wird dies auf der Tafel 17 dargestellt. Ersetzt man auf Tafel 17 die Argumente der Ordinaten durch 45, 50, 55 usw., so ist F_4 die Kurve der Logarithmen der Tangenten. Nach J. Wilson soll Bond in einem Anhang zu Norwood's Epitome of navigation etwa um 1645 zuerst die Formel M.P. = log nat tang $\left(45° + \frac{\varphi}{2}\right)$ angegeben haben. Diese Angabe konnte ich nicht nachprüfen.[2]) *William Wilson (Elements of Navigation,* Edinburgh 1773, S. 311) meint, daß der Entdecker und die genaue Zeit der Entdeckung unbekannt seien. Die Formel sei zufällig gefunden. Henry Bond habe sie 1636 zuerst veröffentlicht. Nach *E. Halley* ist die Formel durch Zufall gefunden und von Bond zuerst veröffentlicht. »Das geschah etwa 50 Jahre nach der Entdeckung. *Nicolaus Mercator* setzte einen großen Preis für den Beweis

[1]) Die Erklärung Wagners, wie Mercator zu seiner Karte geführt ist, ist so einfach und natürlich, daß man sofort begreift, warum Mercator nicht davon geredet hat. Er hätte sich bei seinen Zeitgenossen lächerlich gemacht, da die Frage ohne alle Gelehrsamkeit gelöst war und deshalb die Lösung größtem Mißtrauen begegnet wäre. Daß man durch Zeichnung auf das geometrische und auf das analytische Abbildungsgesetz der Mercatorkarte geführt ist, gewinnt an Wahrscheinlichkeit dadurch, daß noch Halley statt des numerischen Divisors den Winkel berechnete, mit dessen Tangente die Ordinaten der Logarithmischen Tangentenkurve multipliziert werden mußten.

[2]) Arthur Vital, Die Kartenentwurfslehre, Leipzig und Wien 1903, S. 28, »$dy = d\varphi \sec\varphi$, durch deren Integration man das logarithmische Abstandsgesetz erhält. Auf diesem Wege wurde das Gesetz zuerst durch Henry Bond 1645 entwickelt und von James Gregory bewiesen; Herz l. c. S. 114.« Bond und Gregory wußten von der Integralrechnung noch nichts, sie wurde erst von Leibniz und Newton erfunden.

der Formel aus, da man nicht wußte, ob sie richtig oder falsch wäre. *John Collins* hat dann die Mathematiker darauf aufmerksam gemacht. Der erste Beweis wurde von *Gregory* in den Exercitationes geometricae, 1668, erbracht, war aber so umständlich, daß der Leser ermüdete, ehe er sich überzeugte. *Dr. Barrow* gab dann den Beweis in den Geometrical Lessons, XI, app. I. Dort zeigt er, daß die Summe aller Sekanten eines beliebigen Bogens gleich ist dem Logarithmen des Verhältnisses $\frac{\text{r} + \text{sinus}}{\text{r} - \text{sinus}}$, oder daß die Meridionalteile die Logarithmen des Verhältnisses der Sinusversus der zugehörigen Poldistanz sind. Jedoch habe weder Dr. Barrow, noch später Dr. Wallis, noch sonst jemand eine Formel entdeckt, nach der man den Unterschied der Meridionalteile zweier beliebiger Breiten berechnen könne.« Dann bringt Halley den von Bathe wiedergegebenen Beweis. Nach J. Wilson ist der geometrische Beweis Halleys durch *Roger Cotes (Logometria,* Philos. Transact. 1714, Nr. 338) vereinfacht worden.

Halley will die Winkeltreue der stereographischen Karte von Moivre erfahren haben, sie sei aber schon früher von Hook der Royal Society mitgeteilt worden. Auffällig ist, daß Halley von den Arbeiten der Brüder Bernoulli und Leibniz (1691) nichts erwähnt, die wenige Jahre vorher veröffentlicht waren. Joh. Bernoulli sagt von der logarithmischen Spirale: »ipsamet etiam esset vera loxodromia, si terra plana foret«. Jak. Bernoulli fand bereits, daß diese Spirale sich selbst wieder erzeugt; darauf bezieht sich der Satz: »eadem numero mutata resurget«, den Günther anführt.

Die Gleichung der Loxodrome in der orthographischen Karte, Pol als Kartenmitte, ist zuerst von *Johann Gottfried Walz,* Nova Acta Erud., Leipzig 1741, S. 270, aufgestellt worden. *H. Wieleitner, Spezielle ebene Kurven,* Leipzig 1908, S. 264, weist nach, daß diese Kurve eine Poinsotsche Spirale ist.

Rumben- oder Loxodromische Tafeln. *Hermann Wagner* hat in Ann. d. Hydr. 1915, S. 348 u. 349, beschrieben, wie Nunez und Stevin die Loxodromen auf der Kugel zeichneten. Wrights Tafel der Meridionalteile war zuerst 1594 veröffentlicht und hätte zur Zeichnung der Loxodromen auf der Kugel oder in einer beliebigen Karte benutzt werden können. Er stellt für diesen Zweck aber eine besondere Rumben-Tafel auf, in der er zu jedem Grad Länge den Schnitt der Loxodrome mit dem entsprechenden Breitenparallel tabuliert. Wie ersichtlich, sind in dieser Tafel die Meridionalteile die Argumente und die Breiten die Tafelwerte. Die Tafel ist also eine Antilogarithmentafel. Die Tafel für den 4. Rumb ist für die vorliegende Arbeit interessant. *W. Ligowski, Tafeln der Hyperbelfunktionen und der Kreisfunktionen,* Berlin 1890, hat als Argument ψ[1]) die Meridionalteile in Teilen des Halbmessers ausgedrückt und als Tafelwert die Breite φ. Wright hat seine Tafel aus der Table of Latitudes berechnet. Da diese Table fehlerhaft ist, muß auch die Rumbentafel fehlerhaft sein; davon war Wright vollkommen überzeugt. Stevin machte ihm zum Vorwurf, daß seine Tafel falsch wäre. Wright verteidigte sich sehr erregt. Im folgenden soll ein Vergleich der Tafeln von Wright und Ligowski gegeben werden.

Wright.		Ligowski.	
Länge.	Breite.	ψ	φ
50°	44° 39′	0.87266	44° 38′ 46.2″
60	51 19	1.04720	51 19 34.0
70	57 9	1.22173	57 9 26.7
80	62 12	1.39626	62 11 42.1
90	66 31	1.57080	66 30 48.0
100	70 11	1.74533	70 11 36.4
110	73 19	1.91986	73 19 0.5
120	75 57	2.09440	75 57 55

Wright führt gegen Stevin 78° Länge auf, der eine Breite von 61° 14′ 41″ entsprechen soll. Nach Ligowski ist $\psi = 1.36136$, $\varphi = 61° 14' 52.0''$. Wright hatte also vollkommen recht, daß seine Tafel bis auf 1′ genau wäre, und das

[1]) *Gudermann* nennt ψ Längenzahl.

genügte zum Zeichnen der Karte.[1]) Er zeichnet die Karte genau so, wie wir es noch heute tun; zum Argument x errechnen wir y, siehe Wagner, Tafel 17. Trotzdem schreibt *Eugen Gelcich:* »im praktischen Gebrauch können diese Tafeln gar nicht benützt worden sein, denn sie sind unpraktisch und unbequem. Erstens sind die zumeist gegebenen Elemente Kurs und Distanz nur zur Hälfte gegeben, was Stevin ganz richtig ausgestellt hat; zweitens hätten lieber die Breiten in ganzen Graden angegeben werden sollen, denn im nautischen Gebrauch des ganzen 16. Jahrhunderts war ja die Breitendifferenz das bekannte Element, worauf man sich verließ, während die Länge eben zu suchen war. Solchergestalt würde die Interpolation leichter ausgefallen sein.« Gelcich übersieht vollkommen, daß Wright nur die Karte zur Besteckrechnung verwandte, genau wie wir es noch heute tun, und die Rumbentafeln nur zum Einzeichnen der Rumben in Karten benutzte. Wright hat dies sehr ausführlich auseinandergesetzt. Gelcich schwebten wohl die Strichtafeln unserer nautischen Tafeln vor, deren Begründer *Thomas Addison* 1625 gewesen ist.

Adrian Metius, Nieuwe geographische onderwysinghe, waering ghehandelt wordt die beschrijvinghe ende afmetinghe des Aertsche Globe, ende van zijn ghebruyek, Franeker 1614, bringt dieselbe Tafel wie Wright, die Werte weichen jedoch um 1′ ab. Für $\lambda = 50°$ hat er 44° 21′, während Wright richtig 44° 39′ gibt. In einer Sondertafel werden dann die Distanzen aufgeführt, z. B. 10°, 14° 9′, 20°, 28° 18′, 30°, 42° 27′.

Edmund Gunter ist der erste, der die Distanzen mit in die Tabelle aufnimmt, aber als Argument die Breite benutzt. Die Tabelle hat folgende Form:

The fourth Rumb, from the Meridian			North-east South-east			North-west South-west		
La	Long	Dist	La	Long	Dist	La	Long	Dist
10°	10°.05	14°.14	40°	43°.71	56°.65	70°	99°.48	98°.99
20°	20°.42	28°.28	50°	57°.91	70°.71	80°	139°.59	113°.14
30°	31°.47	42°.43	60°	75°.49	84°.85	90°		

Die Entwicklung der Rumbentafeln nach Gunter hat *Eugen Gelcich* in seinen »Vermischten Studien zur Geschichte der mathematischen Geographie«, Kettlers Zeitschrift f. wiss. Geographie, V, Wien 1885, S. 300, ausführlich geschildert. Die Rumbentafel von Wright läßt sich ebenso wie die Tafel der vergrößerten Breiten mit der Mechanischen Quadratur errechnen; es ist $d\varphi = d\psi \cdot \mathfrak{Sec}\,\psi$.

Mercatorfunktion. In neuerer Zeit hat man die Tabelle der Meridionalteile zur Lösung trigonometrischer Rechnungen herangezogen und ihr eine den Tafeln der log tang in den Nautischen Tafeln ähnliche Gestalt gegeben, um zur Funktion des Winkels x schnell auf die Funktion seines Komplements übergehen zu können. Wright erfand die Meridionalteile und wußte nicht, daß sie Logarithmen waren. Man hat dann mit den Zahlen gerechnet, unbekümmert um ihre Herkunft; man verwandte sie als Streckenmaße. 300 Jahre etwa nach ihrer Erfindung besinnt man sich darauf, daß die Zahlen Logarithmen sind, und zwar natürliche Logarithmen der Tangenten. Napier hat zuerst die Tafeln der natürlichen Logarithmen berechnet, um damit das Rechnen mit großen Zahlen zu erleichtern. Aber schon wenige Jahre nachher fand man, daß die Briggschen Logarithmen vor den Napierschen den Vorzug hatten. Seitdem sind aus den Tafeln die natürlichen Logarithmen nach und nach verschwunden. Durch die Mercatorkarte wurde Wright auf die erste Tafel der Log tang geführt; durch eben diese Karte, in die man Höhengleichen einzeichnen wollte, wurde man wieder darauf geführt, daß die Meridionalteile Logarithmen der Tangenten sind, und wunderte sich nun, daß man damit alle trigonometrischen Rechnungen erledigen konnte. Daß man mit einer Tangententafel alle trigonometrischen Rechnungen durchführen kann, wußten schon Wright und die arabischen Geometer vor ihm. Man brauchte wirklich nicht durch künstliche Schlüsse diese seit Jahrhunderten bekannten Tatsachen zu beweisen. *C. W. Wirtz (Nautische Astronomie, Encyklopädie der Mathem.*

[1]) Bei dieser Gelegenheit sagt Wright ausdrücklich, daß seine Tafel von 1594 in 10′ Intervall gerechnet ist. Er rechnet dort auch mit 1° Intervall.

Wissenschaften, VI, 2, Leipzig 1905) schreibt sogar, man wollte »durch Einführung der Mercatorschen Meridionalteile die trigonometrischen Rechnungen entbehrlich machen«. Sophisten werden ihm allerdings recht geben, denn die Meridionalteile sind »goniometrische«, nicht »trigonometrische« Funktionen. Der Name »Mercatorsche Funktion« scheint mir nicht gut gewählt zu sein, denn Mercator wußte vom Gebrauch der Meridionalteile noch nichts, er ahnte ihn kaum. Wright war nach der Encyclopedia Britannica 1912 der erste, der die Mercatorkarte als Zylinderprojektion definierte; nach *Breusings* Ausführungen ist diese Angabe unrichtig. Wright hat die M. P. aber auch nicht zur Besteckrechnung benutzt. Welches sonderbare Geschick ist den Meridionalteilen geworden! Auf dem Festlande gebraucht niemand mehr natürliche Logarithmen, die meisten Rechner haben gar keine Tafeln der natürlichen Logarithmen gesehen. Dann wollte man sie bei den Seefahrern einführen. Da dieser Versuch gescheitert ist und scheitern mußte, versucht *A. Marcuse* jetzt, sie in seinem Lehrbuch der Ortsbestimmung im Luftschiff bei den Luftschiffern in Aufnahme zu bringen.

Meridionalteile für das Erdsphäroid werden von den Seefahrern nicht benutzt und sollen deshalb hier nicht behandelt werden. Nur einige Ergänzungen zu der Arbeit von Bathe mögen folgen. *J. B. J. Delambre* gibt für die Meridionalteile C den einfachen Ausdruck an:

$$C = \log \text{nat tang } (45 + \tfrac{1}{2}\lambda'),$$

worin an Stelle der geographischen Breite die geozentrische λ' gesetzt ist. »Delambre sagt nicht, wie er zu dieser einfachen Formel gekommen ist. Er stellt die Formel hin und sagt dann, man müsse die Breite um den Winkel vermindern, der gebildet werde von der Senkrechten und dem Radius, und dann rechnen wie auf der Kugel. Er ist jedenfalls von der Maclaurinschen Formel ausgegangen.« In der *Connaissance des Tems,* Paris 1803, hat er nur die Formel veröffentlicht, aber seine *Méthode analytique pour la détermination d'un arc du méridien*, Paris 1798, enthält alle zur Ableitung der Formel nötigen Ausführungen. Durch Radien nach dem Erdmittelpunkt wird das Ellipsoid auf eine Kugel abgebildet, zwar nicht streng winkeltreu, aber doch für angenäherte Rechnung genügend, da das Ellipsoid nur wenig von der Kugel abweicht. Man weiß also a priori einen guten Näherungswert. Dann vergleicht man ihn mit der strengen Formel und sieht zu, um wieviel der Näherungswert vom wahren abweicht. Das Verfahren ist sehr einfach, so daß es keiner ausführlichen Begründung bedarf.

Delambre benutzt *Astronomie,* Bd. III, S. 668, die Simpsonsche Formel. Statt der geographischen Breite H führt er einen Winkel ν ein, den der Erdradius mit der Vertikalen in H einschließt, also ist $H - \nu$ die geozentrische Breite. Er findet arc du mérid. $= \log \text{tang } (45 + \frac{1}{2} (H - \nu))$. Diese Methode ist nur eine Annäherung, aber sie hat jede wünschenswerte Genauigkeit, denn der Irrtum kann niemals größer als 2″ werden. Man müßte dazu noch das Glied $a \sin^3 H$ hinzufügen. Er entwickelt dann die Simpsonsche Formal nach Potenzen von sin H und nach dem Sinus des Vielfachen von H. Er stellt im ganzen 12 Formeln für die Abplattungen 1 : 150, 230, 330, 308.6, 321, 334 zusammen.

Weder von Kästner, noch von Günther, noch von Bathe wird der Arbeiten *Lamberts* gedacht, die besonders für Geographen von Interesse sind. Mit dem Anfang des 19. Jahrhunderts setzten die Arbeiten von *Carl Friedrich Gauss* ein, der die Mercatorprojektion zur Berechnung der Koordinaten seiner Landesvermessung benutzte.

Ersatz für die Tafel der Meridionalteile. In Gunters Works wird zuer gezeigt, wie man die nautischen Rechnungen ohne die Tafel der M. P. ausführen kann (S. 75). Man verwendet statt der Tafel direkt die Log tang (nicht die Tangenten, wie Bathe berichtet). Gunter und später (1625) *Addison (Arithmetical Navigation)* hatten die Logarithmen zu nautischen Rechnungen herangezogen. *Dassier, Le pilote expert*, Havre 1683, S. 6, wendet die M. P. nicht an; er gibt vier Methoden zur Ermittlung des Mittelparallels an: 1. Croissantes largeurs, 2. Komplemente der beiden Breiten, 3. Quartier de Réduction (en deux façons), 4 Tafeln. Diese vier Methoden geben zwar nicht dieselben Resultate, man

wird aber die in der Praxis am meisten gebrauchte anwenden. »Néanmoins j'aimerais mieux me servir des sinus compléments des Parallèles bienque les Hollandais se servent ordinairement des Croissantes Largeurs.« Von der Gunter-Skala (Echelle angloise) hält er nichts. Er wendet also nicht die Mittelbreite an, sondern setzt $\cos \varphi_m = \frac{1}{2} (\cos \varphi_2 + \cos \varphi_1)$. Die genannten Tafeln haben folgende Gestalt:

0°	1200	20°	1277	40°	1577	60°	2400	80°	6910
10	1218	30	1385	50	1866	70	3508	90	00000

Abrégé du Pilotage von Coubert beschreibt zwar ausführlich die Herstellung der Tafel, bringt sie aber nicht, da man sie auf See nicht anwendet.

Daniel Braubach, Erweiterte Seemannstabellen, Bremen 1815, S. 9, sagt ebenfalls: »Die Tabelle der sogenannten Meridionalteile oder der vergrößerten Breiten hat man weggelassen, da sie der praktische Seefahrer äußerst selten gebraucht und weil sie ohnehin in jedem vorkommenden Falle sehr leicht zu berechnen sind; siehe meine Beiträge zu den Seewissenschaften.«

Am Anfang des 19. Jahrhunderts wird dann in den Lehrbüchern das Verfahren der verbesserten Mittelbreite eingeführt.

Die zahlreichen Druckfehler in den Tafeln der Meridionalteile beweisen, daß die Tafeln selten benutzt sind. Wright hatte sie zur Zeichnung der Seekarten entworfen, diesem Zweck haben sie lange genug gedient. Durch die Einführung von 1 Sm als Einheit sind sie den Kartographen ein leichtes und bequemes Hilfsmittel geworden. Ob die Einführung dieser Einheit notwendig ist, können die Kartographen am besten beurteilen. Mit einer Tafel der Log nat tang, wie sie *Schubert* und *Wenz* geben, könnte derselbe Zweck erreicht werden. Der Kartograph ist gezwungen, die Einheit von 1 Sm wieder auszuschalten, da der Kartenmaßstab eine Umrechnung in andere Einheiten erfordert. Die Umrechnung in Kilometer hat sich nicht als praktisch erwiesen, da die Zahlen zu groß sind. Ist aber eine Umrechnung nicht zu umgehen, so ist es gleichgültig, welche Einheit in den Tafeln gewählt ist, Tafeln der natürlichen oder der gemeinen Logarithmen der Tangenten erfüllen dann vollständig den geforderten Zweck.

Schlußbemerkung. Tafeln der Meridionalteile sind in 4 Formen vorhanden: erstens solche, die durch Summierung der Sekanten der ganzen Minuten entstanden sind; zweitens solche, bei denen das Mittel aus den Sekanten zweier aufeinanderfolgenden Minuten benutzt wird; drittens solche, die durch Summierung der Sekanten der halben Minuten berechnet sind; viertens Tafeln, die nach der strengen Formel gerechnet sind. Die Geschichte dieser Tafeln kann als abgeschlossen gelten. Wesentliche Ergänzungen können kaum noch erfolgen. Unerledigt ist nur noch die Frage der Priorität der Tafeln von Gunter und Lastman, sowie das Erscheinen der ersten nach der strengen Formel gerechneten Tafel der Meridionalteile. Die Geschichte der Rumben-Tafeln scheint dagegen noch nicht abgeschlossen zu sein, wenigstens ist bis jetzt nicht sicher festgestellt, daß vor Wright keine solche Tafel existiert hat. Ihre Auffindung könnte Aufschluß geben, wie Mercator zur Konstruktion der Seekarte gelangt ist.

Anlage 1.

Die Formel zur Berechnung der Meridionalteile, abgeleitet durch die elementare Analysis und durch mechanische Integration.

Elementare Ableitung. Bei der Berechnung eines Kartennetzes nach Mercators-Projektion kann man zur Ermittlung der vergrößerten Breite φ an Stelle des geschlossenen Ausdrucks $\log \text{nat} \tang \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$ die Reihe

$$1' \left\{ \sec \tfrac{1}{2}' + \sec \tfrac{3}{2}' + \sec \tfrac{5}{2}' + \sec \tfrac{7}{2}' + \ldots\ldots \sec (\varphi - \tfrac{5}{2}') + \sec (\varphi - \tfrac{3}{2}') + \sec (\varphi - \tfrac{1}{2}') \right\} \ldots\ldots (A)$$

verwenden.

Die im folgenden gebrauchten Hilfsformeln mögen zunächst entwickelt werden, da sie in den Lehrbüchern nicht aufgeführt sind.

$$\sec(\varphi+\tfrac{1}{2}')-\sec(\varphi-\tfrac{1}{2}')=\frac{1}{\cos(\varphi+\tfrac{1}{2}')}-\frac{1}{\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}')}=\frac{\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}')-\cos(\varphi+\tfrac{1}{2}')}{\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}')\cos(\varphi+\tfrac{1}{2}')}$$

$$=\frac{\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}')-\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}'+1')}{\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}')\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}'+1')}$$

$$=\frac{\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}')-\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}')\cos 1'+\sin(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin 1'}{\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}')(\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}')\cos 1'-\sin(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin 1')}$$

$$=\frac{\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}')\left\{1-\cos 1'+\operatorname{tang}(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin 1'\right\}}{\cos^2(\varphi-\tfrac{1}{2}')\left\{\cos 1'-\operatorname{tang}(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin 1'\right\}}$$

$$=\frac{2\sec(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin\tfrac{1}{2}'\left\{\sin\tfrac{1}{2}'+\operatorname{tang}(\varphi-\tfrac{1}{2}')\cos\tfrac{1}{2}'\right\}}{\cos 1'-\operatorname{tang}(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin 1'}\quad\ldots\ldots\quad(1)$$

$$\sec(\varphi-\tfrac{1}{2}')-\sec(\varphi-\tfrac{3}{2}')=-\frac{\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}')-\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}'-1')}{\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}')\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}'-1')}$$

$$=-\frac{\cos(\varphi-\tfrac{1}{2}')\left\{1-\cos 1'-\operatorname{tang}(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin 1'\right\}}{\cos^2(\varphi-\tfrac{1}{2}')\left\{\cos 1'+\operatorname{tang}(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin 1'\right\}}$$

$$=-\frac{2\sec(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin\tfrac{1}{2}'\left\{\sin\tfrac{1}{2}'-\operatorname{tang}(\varphi-\tfrac{1}{2}')\cos\tfrac{1}{2}'\right\}}{\cos 1'+\operatorname{tang}(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin 1'}\quad\ldots\ldots\quad(2)$$

Bildet man nun (1) — (2), so wird

$$\sec(\varphi+\tfrac{1}{2}')-2\sec(\varphi-\tfrac{1}{2}')+\sec(\varphi-\tfrac{3}{2}')$$
$$=2\sec(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin\tfrac{1}{2}'\left[\frac{\sin\tfrac{1}{2}'+\operatorname{tang}(\varphi-\tfrac{1}{2}')\cos\tfrac{1}{2}'}{\cos 1'-\operatorname{tang}(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin 1'}+\frac{\sin\tfrac{1}{2}'-\operatorname{tang}(\varphi-\tfrac{1}{2}')\cos\tfrac{1}{2}'}{\cos 1'+\operatorname{tang}(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin 1'}\right].$$

Wir entwickeln den Klammerausdruck, indem wir die Brüche auf den gemeinsamen Nenner bringen, und finden:

$$\frac{2\sin\tfrac{1}{2}'\cos 1'+2\operatorname{tang}^2(\varphi-\tfrac{1}{2}')\cos\tfrac{1}{2}'\sin 1'}{\cos^2 1'-\operatorname{tang}^2(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin^2 1'}$$

$$=2\sin\tfrac{1}{2}'\,\frac{1-2\sin^2\tfrac{1}{2}'+2\operatorname{tang}^2(\varphi-\tfrac{1}{2}')-2\operatorname{tang}^2(\varphi-\tfrac{1}{2}')\sin^2\tfrac{1}{2}'}{1-\sin^2 1'\,[1+\operatorname{tang}^2(\varphi-\tfrac{1}{2}')]}$$

$$=\frac{2\sin\tfrac{1}{2}'}{\cos^2(\varphi-\tfrac{1}{2}')}\cdot\frac{(1+\sin^2(\varphi-\tfrac{1}{2}'))-2\sin^2\tfrac{1}{2}'}{1-\sin^2 1'\sec^2(\varphi-\tfrac{1}{2}')}$$

$$=2\sin\tfrac{1}{2}'\sec^2(\varphi-\tfrac{1}{2}')[1+\sin^2(\varphi-\tfrac{1}{2}')]-\ldots\text{ (Glied 3. Ordnung.)}$$

Es ist also:

$$\sec(\varphi+\tfrac{1}{2}')-2\sec(\varphi-\tfrac{1}{2}')+\sec(\varphi-\tfrac{3}{2}')=4\sec^3(\varphi-\tfrac{1}{2}')(1+\sin^2(\varphi-\tfrac{1}{2}'))\sin^2\tfrac{1}{2}'-\ldots\text{ (Glied 4. Ord.)}$$

$$\left.\begin{aligned}
&=\sec^3(\varphi-\tfrac{1}{2}')(1+\sin^2(\varphi-\tfrac{1}{2}'))(1')^2\\
\sec(\varphi-\tfrac{1}{2}')-2\sec(\varphi-\tfrac{3}{2}')+\sec(\varphi-\tfrac{5}{2}')&=\sec^3(\varphi-\tfrac{3}{2}')(1+\sin^2(\varphi-\tfrac{3}{2}'))(1')^2\\
\sec(\varphi-\tfrac{3}{2}')-2\sec(\varphi-\tfrac{5}{2}')+\sec(\varphi-\tfrac{7}{2}')&=\sec^3(\varphi-\tfrac{5}{2}')(1+\sin^2(\varphi-\tfrac{5}{2}'))(1')^2\\
\vdots\qquad\qquad\vdots\qquad\qquad\vdots&\\
\sec\tfrac{5}{2}'-2\sec\tfrac{3}{2}'+\sec(-\tfrac{1}{2}')&=\sec^3\tfrac{3}{2}'(1+\sin^2\tfrac{3}{2}')(1')^2\\
\sec\tfrac{3}{2}'-2\sec\tfrac{1}{2}'+\sec(-\tfrac{1}{2}')&=\sec\tfrac{3}{2}'-\sec\tfrac{1}{2}'=\sec^3\tfrac{1}{2}'(1+\sin^2\tfrac{1}{2}')(1')^2.
\end{aligned}\right\}\quad\ldots\ldots\quad(3)$$

Zählen wir nun die linken und auch die rechten Seiten sämtlicher Gleichungen (3) zusammen, so erhalten wir:

$$\sec(\varphi+\tfrac{1}{2}')-\sec(\varphi-\tfrac{1}{2}')=(1')^2\,\Sigma\sec^2\left(\varphi-\frac{n'}{2}\right)\left(1+\sin^2\left[\varphi-\frac{n'}{2}\right]\right)\quad\ldots\ldots\quad(4)$$
$$n=1,3,5\ldots.$$

Offenbar haben wir in einer Gleichung Glieder subtrahiert, die wir in der anderen wieder zugefügt haben. Den numerischen Wert von (4) werden wir für einige Werte von φ ermitteln.

Für $\varphi=80°$	erhalten wir	0.00950 $(1')^2$
70°		0.00234 .
60°		0.00101 .
50°		0.00054 .
40°		0.00032 .
30°		0.00019 .
20°		0.00011 .
10°		0.00005 .
0°		0.00000 .

Denken wir uns nun die Glieder der Reihe (A) se die Differenzreihe gebildet, wie im folgenden Schema:

	I. Differenz.	II. Dif
$\sec(\varphi + \frac{1}{2}')$		
	$\sec(\varphi + \frac{1}{2}') - \sec(\varphi - \frac{1}{2}')$	
$\sec(\varphi - \frac{1}{2}')$		$\sec(\varphi + \frac{1}{2}') - 2\sec($
	$\sec(\varphi - \frac{1}{2}') - \sec(\varphi - \frac{3}{2}')$	
$\sec(\varphi - \frac{3}{2}')$		$\sec(\varphi - \frac{1}{2}') - 2\sec($
	$\sec(\varphi - \frac{3}{2}') - \sec(\varphi - \frac{5}{2}')$	
$\sec(\varphi - \frac{5}{2}')$		$\sec(\varphi - \frac{3}{2}') - 2\sec($
$\vdots$	$\sec(\varphi - \frac{5}{2}') - \sec(\varphi - \frac{7}{2}')$	
$\vdots$	$\vdots$	
	$\sec\frac{7}{2}' - \sec\frac{5}{2}'$	
$\sec\frac{5}{2}'$		$\sec\frac{7}{2}' - 2\sec$
	$\sec\frac{5}{2}' - \sec\frac{3}{2}'$	
$\sec\frac{3}{2}'$		$\sec\frac{5}{2}' - 2\sec$
	$\sec\frac{3}{2}' - \sec\frac{1}{2}'$	
$\sec\frac{1}{2}'$		$\sec\frac{3}{2}' - 2\sec$
	$\sec\frac{1}{2}' - \sec(-\frac{1}{2}')$	
$\sec(-\frac{1}{2}')$		

so finden wir, daß die Summe aller II. Differenzen von (4) ist. Der Wert der linken Seite von (4), nämlich s ist das oberste Glied der I. Differenzreihe.

In ähnlicher Weise schließen wir, daß die Su IV. Differenzreihe gleich dem obersten Gliede der III dies Glied zu bilden, müssen wir in (5) noch $\sec(\varphi +$

Um jetzt den Wert der Summe (A) zu ermitteln, formeln ab.

$$\frac{\operatorname{tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi + \varDelta}{2}\right)}{\operatorname{tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)} = \frac{\operatorname{tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} + \frac{\varDelta}{2} + \frac{\varDelta}{2}\right)}{\operatorname{tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} + \frac{\varDelta}{2} - \frac{\varDelta}{2}\right)} = \frac{2\sin\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} + \ldots\right.}{2\cos\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} + \ldots\right.}$$

$$= \frac{\sin\left(90 + \varphi + \frac{\varDelta}{2}\right) + \sin\frac{\varDelta}{2}}{\sin\left(90 + \varphi + \frac{\varDelta}{2}\right) - \sin\frac{\varDelta}{2}} = \frac{1 + \ldots}{1 - \ldots}$$

Mithin:

$$\log\text{nat}\operatorname{tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi + \varDelta}{2}\right) - \log\text{nat}\operatorname{tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) = \log\text{nat}\left(1 + \text{si}\ldots\right.$$

$$- \log\text{nat}\left(1 - \text{s}\ldots\right.$$

Die Ausdrücke rechts entwickeln wir in bekann

$$\tfrac{1}{1}\sin\frac{\varDelta}{2}\sec\left(\varphi + \frac{\varDelta}{2}\right) - \tfrac{1}{2}\sin^2\frac{\varDelta}{2}\sec^2\left(\varphi + \frac{\varDelta}{2}\right) + \tfrac{1}{3}\sin^3\frac{\varDelta}{2}\sec^3\left(\varphi + \frac{\varDelta}{2}\right) - \tfrac{1}{4}\sin^4\frac{\varDelta}{2}\ldots$$

$$+ \tfrac{1}{1}\sin\frac{\varDelta}{2}\sec\left(\varphi + \frac{\varDelta}{2}\right) + \tfrac{1}{2}\sin^2\frac{\varDelta}{2}\sec^2\left(\varphi + \frac{\varDelta}{2}\right) + \tfrac{1}{3}\sin^3\frac{\varDelta}{2}\sec^3\left(\varphi + \frac{\varDelta}{2}\right) + \tfrac{1}{4}\sin^4\frac{\varDelta}{2}\ldots$$

$$= \tfrac{2}{1}\sin\frac{\varDelta}{2}\sec\left(\varphi + \frac{\varDelta}{2}\right) + \tfrac{2}{3}\sin^3\frac{\varDelta}{2}\sec^3\left(\varphi + \frac{\varDelta}{2}\right) + \tfrac{2}{5}\sin^5\frac{\varDelta}{2}\sec\ldots$$

Nun ist ferner:

$$2\sin\frac{\varDelta}{2} = \varDelta - \frac{\varDelta^3}{8.3} + \frac{\varDelta^5}{16.120} - \ldots$$

$$2\sin^3\frac{\varDelta}{2} = \frac{\varDelta^3}{4} - \frac{\varDelta^5}{16.2} + \ldots$$

$$2\sin^5\frac{\varDelta}{2} = \frac{2\varDelta^5}{16} - \ldots$$

[1]) Im Handbuch der Schiffahrtskunde von *Rümker* ist sc 4. Aufl. im Nenner $\cos\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}$ statt $\cos\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$ gedruckt.

$$\text{tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi + \Delta}{2}\right) - \log\text{ nat tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$$
$$\text{ec}\left(\varphi + \frac{\Delta}{2}\right) + \frac{\Delta^3}{24}\sec^3\left(\varphi + \frac{\Delta}{2}\right)\left(1 + \sin^2\left[\varphi + \frac{\Delta}{2}\right]\right) + \frac{\Delta^5}{1920}\sec^5\left(+\varphi\,\frac{\Delta}{2}\right)\left(24 - 20\cos^2\left[\varphi + \frac{\Delta}{2}\right] + \cos^4\left[\varphi + \frac{\Delta}{2}\right]\right) + \ldots \tag{8}$$

Analog finden wir:

$$\begin{aligned}
&\text{tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) - \log\text{ nat tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi - \Delta}{2}\right) \\
&\quad = \Delta\sec\left(\varphi - \frac{\Delta}{2}\right) + \frac{\Delta^3}{24}\sec^3\left(\varphi - \frac{\Delta}{2}\right)\left(1 + \sin^2\left[\varphi - \frac{\Delta}{2}\right]\right) + \ldots \\
&\text{tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi - \Delta}{2}\right) - \log\text{ nat tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi - 2\Delta}{2}\right) \\
&\quad = \Delta\sec\left(\varphi - \Delta - \frac{\Delta}{2}\right) + \frac{\Delta^3}{24}\sec^3\left(\varphi - \Delta - \frac{\Delta}{2}\right)\left(1 + \sin^2\left[\varphi - \Delta - \frac{\Delta}{2}\right]\right) + \ldots \\
&\text{tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi - 2\Delta}{2}\right) - \log\text{ nat tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi - 3\Delta}{2}\right) \\
&\quad = \Delta\sec\left(\varphi - 2\Delta - \frac{\Delta}{2}\right) + \frac{\Delta^3}{24}\sec^3\left(\varphi - 2\Delta - \frac{\Delta}{2}\right)\left(1 + \sin^2\left[\varphi - 2\Delta - \frac{\Delta}{2}\right]\right) + \ldots \\
&\qquad\vdots \\
&\text{ang}\left(45^\circ + \frac{3\Delta - 2\Delta}{2}\right) - \log\text{ nat tang}\left(45^\circ + \frac{3\Delta - 3\Delta}{2}\right) \\
&\quad = \Delta\sec\frac{\Delta}{2} + \frac{\Delta^3}{24}\sec^3\frac{\Delta}{2}\left(1 + \sin^2\frac{\Delta}{2}\right) + \ldots
\end{aligned} \tag{9}$$

Es ist:

$$\log\text{ nat tang}\left(45^\circ + \frac{3\Delta - 3\Delta}{2}\right) = 0.$$

Addieren wir nun die linken und die rechten Seiten der Gleichungen für
ıf, so ergibt sich:

$$\begin{aligned}
\text{ang}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) = \Delta\Big\{&\sec\left(\varphi - \frac{\Delta}{2}\right) + \sec\left(\varphi - \frac{3\Delta}{2}\right) + \sec\left(\varphi - \frac{5\Delta}{2}\right) + \ldots + \sec\frac{7\Delta}{2} \\
&+ \sec\frac{5\Delta}{2} + \sec\frac{3\Delta}{2} + \sec\frac{\Delta}{2}\Big\} + \frac{\Delta^3}{24}\sum_{\Delta a = 1', 3', 5'}\sec^2\left(\varphi - \frac{\Delta a}{2}\right)\left(1 + \sin^2\left[\varphi - \frac{\Delta a}{2}\right]\right) + \ldots
\end{aligned} \tag{10}$$

Setzen wir $\Delta = 1'$, so erhalten wir:

$$\begin{aligned}
\text{ng}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) = 1'\left\{\sec(\varphi - \tfrac{1}{2}') + \sec(\varphi - \tfrac{3}{2}') + \ldots \sec\tfrac{3}{2}' + \sec\tfrac{1}{2}'\right\} \\
+ \tfrac{1}{24}'\left\{\sec(\varphi + \tfrac{1}{2}') - \sec(\varphi - \tfrac{1}{2}')\right\} + \ldots
\end{aligned} \tag{11}$$ [1]

Da in der Praxis die Meridionalteile nur auf $^1/_{10}$ Sm benutzt werden und
ısatzglied bis 80° Breite nur bis 0,0004 Sm ansteigt, also vernachlässigt
ı kann, darf man behaupten:

$$\text{ng}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) = 1'\left\{\sec(\varphi - \tfrac{1}{2}') + \sec(\varphi - \tfrac{3}{2}') + \sec(\varphi - \tfrac{5}{2}') + \ldots + \sec\tfrac{5}{2}' + \sec\tfrac{3}{2}' + \sec\tfrac{1}{2}'\right\} \tag{12}$$

w. z. b. w.

Das Zusatzglied $\frac{1}{24}'\left\{\sec(\varphi + \frac{1}{2}') - \sec(\varphi - \frac{1}{2}')\right\}$ ist S. 121 benutzt worden,
n Nachweis zu liefern, wie viel Dezimalen *Lastman* bei Addition der
en der halben Minuten verwendet hat. *Ligowski* gibt mehrere Näherungs-
ı zur Berechnung von log nat tang $\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$. Aus den *Euler*schen Reihen
; nat sin und log nat cos lassen sich leicht Näherungsformeln zur Be-
ng der Meridionalteile für hohe Breiten ableiten, worauf ich hier nicht
ın will.

---

[1]) Mit Hilfe dieser Formel ist leicht nachzuweisen, daß die von Gunter summierte Reihe
$- \sec[\varphi - 1']) + \frac{1}{2}(\sec[\varphi - 1'] + \sec[\varphi - 2']) + \ldots > \log\text{ nat tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$ ist.

Mechanische Integration. Im vorliegenden Falle ist die Ableitung der Formel verhältnismäßig einfach. Allgemein gültige Formeln werden in den Lehrbüchern[1]) mit Hilfe des Taylorschen Theorems abgeleitet. Ich beschränke mich auf die Wiedergabe der Ergebnisse[2]). Im folgenden soll nur die sogenannte Summenmethode vorgeführt werden, da die im Text geprüften Tafeln nach dieser Methode berechnet sind.

Bezeichnung.

I. Summenreihe.	Funktion.	I. Differenz.	II. Differenz.	III. Differenz.	IV. Differenz.	V. Differenz.
⋮	$f(a-3w)$	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
${}^{I}f(a-\frac{5}{2}w)$		$f^{I}(a-\frac{5}{2}w)$				
	$f(a-2w)$		$f^{II}(a-2w)$			
${}^{I}f(a-\frac{3}{2}w)$		$f^{I}(a-\frac{3}{2}w)$		$f^{III}(a-\frac{3}{2}w)$		
	$f(a-w)$		$f^{II}(a-w)$		$f^{IV}(a-w)$	
${}^{I}f(a-\frac{1}{2}w)$		$f^{I}(a-\frac{1}{2}w)$		$f^{III}(a-\frac{1}{2}w)$		$f^{V}(a-\frac{1}{2}w)$
	$f(a)$		$f^{II}(a)$		$f^{IV}(a)$	
${}^{I}f(a+\frac{1}{2}w)$		$f^{I}(a+\frac{1}{2}w)$		$f^{III}(a+\frac{1}{2}w)$		$f^{V}(a+\frac{1}{2}w)$
	$f(a+w)$		$f^{II}(a+w)$		$f^{IV}(a+w)$	
${}^{I}f(a+\frac{3}{2}w)$		$f^{I}(a+\frac{3}{2}w)$		$f^{III}(a+\frac{3}{2}w)$		
	$f(a+2w)$		$f^{II}(a+2w)$			
${}^{I}f(a+\frac{5}{2}w)$		$f^{I}(a+\frac{5}{2}w)$				
	$f(a+3w)$					
${}^{I}f(a+\frac{7}{2}w)$						
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Mechanische Integration. Ist die untere Grenze des Integrals a, dann bildet man das erste Glied der Summenreihe nach der Formel:

$${}^{I}f(a-\tfrac{1}{2}w) = -\tfrac{1}{2}f(a) + \tfrac{1}{12}f^{I}(a) - \tfrac{11}{720}f^{III}(a) + \tfrac{191}{60480}f^{V}(a) - \ldots.$$

Ist die untere Grenze des Integrals $a-\frac{w}{2}$, so bildet man das erste Glied der Summenreihe nach der Formel:

$${}^{I}f(a-\tfrac{1}{2}w) = -\tfrac{1}{24}f^{I}(a-\tfrac{1}{2}w) + \tfrac{17}{5760}f^{III}(a-\tfrac{1}{2}w) - \tfrac{367}{967680}f^{V}(a-\tfrac{1}{2}w) + \ldots$$

Dann wird:

$$\int^{a+iw} f(\varphi)\,d\varphi = w\left({}^{I}f(a+iw) - \tfrac{1}{12}f^{I}(a+iw) + \tfrac{11}{720}f^{III}(a+iw) - \tfrac{191}{60480}f^{V}(a+iw) + \ldots\right)$$

$$\int^{a+(i+\frac{1}{2})w} f(\varphi)\,d\varphi = w\left({}^{I}f[a+(i+\tfrac{1}{2})w] + \tfrac{1}{24}f^{I}[a+(i+\tfrac{1}{2})w) - \tfrac{17}{5760}[a+(i+\tfrac{1}{2})w) + \right.$$
$$\left. + \tfrac{367}{967680}f^{V}[a+(i+\tfrac{1}{2})w] - \ldots\right)$$

Zur Abkürzung ist gesetzt:

$${}^{I}f(a+iw) = \tfrac{1}{2}\left({}^{I}f[a+(i-\tfrac{1}{2}w)] + {}^{I}f(a+[i+\tfrac{1}{2})w)\right)$$
$$f^{I}(a+iw) = \tfrac{1}{2}\left(f^{I}[a+(i-\tfrac{1}{2}w)] + f^{I}(a+[i+\tfrac{1}{2})w)\right).$$

Um den numerischen Wert des Integrals $\int_0^{\varphi} \sec\varphi\,d\varphi$ nach den obigen Formeln zu berechnen, setze ich $f(a) = \sec\frac{1}{2}'$ usw., $w = 1'$. Dann ist die untere Grenze des Integrals $a-\frac{w}{2}$, also:

$${}^{I}f(a-\tfrac{1}{2}w) = -\tfrac{1}{24}f^{I}(a-\tfrac{1}{2}w) + \ldots. = 0$$

$$\int_0^{\varphi} \sec\varphi\,d\varphi = {}^{I}f(\varphi-\tfrac{1}{2}') + \tfrac{1}{24}f^{I}(\varphi-\tfrac{1}{2}') - \tfrac{17}{5760}f^{III}(\varphi-\tfrac{1}{2}') + \tfrac{367}{967680}f^{V}(\varphi-\tfrac{1}{2}') - \ldots.$$

---

[1]) *H. Bruns*, Grundlinien des wissenschaftlichen Rechnens, Leipzig 1903; *W. Klinkerfues*, Theoretische Astronomie, 3. Aufl. von *H. Buchholz*, Braunschweig 1912; *J. Bauschinger*, Die Bahnbestimmung der Himmelskörper, Leipzig 1906.

[2]) Entnommen aus: *J. Bauschinger*, Tafeln zur Theoretischen Astronomie, Leipzig 1901.

Snellius setzt $f(a) = \sec 0^0$ usw., $w = 1'$. Dann ist die untere Grenze des Integrals a, also das erste Glied der Summenreihe:

$$^{I}f(a - \tfrac{1}{2}w) = -\tfrac{1}{2}f(a) + \tfrac{1}{12}f^{I}(a) - \tfrac{11}{720}f^{III}(a) + \tfrac{191}{60480}f^{V}(a) - \ldots .$$
$$= -0{,}5 \quad +0 \qquad -0 \qquad +0 \qquad - \ldots .$$

und

$$\int_0^{\varphi} \sec\varphi\, d\varphi = \tfrac{1}{2}\,{}^{I}f(a + iw) - \tfrac{1}{12}f^{I}(a + iw) + \tfrac{11}{720}f^{III}(a + iw)$$
$$= -0{,}5 + {}^{I}f(\varphi - \tfrac{1}{2}') + \tfrac{1}{2}\sec\varphi - \tfrac{1}{24}\left\{\sec(\varphi + 1') - \sec(\varphi - 1')\right\} + \ldots .$$

In der Wrightschen Tafel sind die Funktionswerte $\sec(\varphi + 1')$, $\sec\varphi$, $\sec(\varphi - 1')$ usw. angegeben.

Anlage 2.

Tafel der vergrößerten Breiten.

Berechnet von *Ernst August Wedemeyer.*

Breite	Sm	Breite	Sm	Breite	Sm	Breite	Sm
1°	60.003046407	19°	1161.487121287	36°	2317.988345822	53°	3763.760256501
2	120.024376821	20	1225.139053789	37	2392.630484884	54	3864.636593041
3	180.082303123			38	2468.260920103	55	3967.966109384
4	240.195193033	21°	1289.196655978	39	2544.929844133	56	4073.904184542
5	300.381498319	22	1353.684902941	40	2622.690192782	57	4182.619926258
6	360.659783263	23	1418.629542131			58	4294.297869071
7	421.048753611	24	1484.057152826	41°	2701.597875508	59	4409.139941773
8	481.567286004	25	1549.995209555	42	2781.712029357	60	4527.367757388
9	542.234458093	26	1616.472149886	43	2863.095299339		
10	603.069579398	27	1683.517447031	44	2945.814148638	61°	4649.225291284
		28	1751.161687760	45	3029.939202621	62	4774.982029149
11°	664.092223087	29	1819.436656160	46	3115.545631252	63	4904.936687468
12	725.322258744	30	1888.375423850	47	3202.713575167	64	5039.421636315
13	786.779886329			48	3291.528621630	65	5178.808189706
14	848.485671436	31°	1958.012447319	49	3382.082337562	66	5323.512976251
15	910.460582008	32	2028.383673145	50	3474.472868161	67	5474.005666121
16	972.726026716	33	2099.526651956			68	5630.818416604
17	1035.303895131	34	2171.480662050	51°	3568.805611051	69	5794.557516204
18	1098.216599925	35	2244.286843772	52	3665.193977753	70	5965.917871460

Die Sekanten für die halben Grade sind aus *Rhaeticus* großem Canon entnommen. Zwecks strenger Prüfung wurden für $\varphi = 30°, 50°, 60°, 70°$ die log nat tang $\left(45° + \frac{\varphi}{2}\right)$ direkt nach den *Euler*schen Formeln auf 20 Stellen gerechnet und nach *Schulzes* Logarithmentafeln in Seemeilen umgerechnet. Der Unterschied: Wahrer Wert — Tabellenwert beträgt + 7, + 21, + 25, — 24 Einheiten der neunten Dezimale. Zählt man die Sekanten aus *Gellibrand-Briggs* Trigonometria britannica, die bis 4 Einheiten der 10. Dezimale von denen des Rhaeticus abweichen, zusammen, so werden diese Unterschiede — 11, — 15, — 11, — 12.

Zur Frage der Verdunstung.

Von **Wilhelm Schmidt.**

§ 1. **Einleitung.** In meinem Aufsatz über Strahlung und Verdunstung an freien Wasserflächen[1]) kam ich auf vollständig neuem und unabhängigem Weg zu Zahlen für die Verdunstung vom Meere, zugleich auch für den Niederschlag auf diesem, die ganz erheblich unter denen liegen, welche man bisher als die wahrscheinlichsten ansah. In meiner Ableitung konnte ich keine Lücke entdecken, und jeder, der Urteil über den wesentlichsten Punkt, die angesetzten

[1]) Ann. d. Hydr. usw. **43**, 111, 169 (1915).

Energiemengen, besitzt, muß zugeben, daß sie sicher alle Höchstwerte sind Anderseits konnten aber — wenn auch weniger die auf größerem Umweg erlangten Zahlen von Ed. Brückner und nach ihm von R. Fritzsche[1]) — doch die unmittelbaren Bestimmungen der Verdunstung durch R. Lütgens[2]) als ziemlich verläßlich gelten. Daß ich trotzdem vorgeschlagen, an diesen eine Korrektur anzubringen, bedarf einer ausführlicheren Begründung. Sie läuft im wesentlichen darauf hinaus, zu zeigen, wie unsicher und in den wichtigsten Zügen unbekannt die Grundlagen sind, auf welchen die Verdunstungsmessungen beruhen.

§ 2. **Sonderstellung der Verdunstung.** Die Verdunstung zeigt gegenüber den anderen »meteorologischen Elementen« Besonderheiten. Was sonst gemessen wird, ist, wie Luftdruck, Temperatur, Dampfdruck, relative Feuchtigkeit, Windrichtung und -stärke, Ozongehalt, ein Zustand oder allgemeiner — es gehört dazu dann auch Bewölkung, Sonnenschein, Niederschlag — das Ergebnis eines Vorganges, der sich im allgemeinen nicht an der Beobachtungsstation selbst abspielt und auf dessen Bedingungen wir keinen Einfluß nehmen. In allen diesen Fällen ist nur danach zu trachten, die Messung möglichst getreu und ohne Fälschung durchzuführen, was ja für sich genug Schwierigkeiten bietet.

Anders nun die Verdunstung: sie ist ein Vorgang, dessen besondere Bedingungen an Ort und Stelle liegen und auf den wir durch die Wahl des Gegenstandes, an und mit welchem wir die Messung anstellen, wesentlichen Einfluß ausüben. Das Bestimmende sind hierbei — und hierin schließe ich an die Anschauungsweise an, die ich in dem eingangs erwähnten Aufsatz einführte — Energie und Energieumsätze. Bedarf es doch zur Verdampfung einer Schicht von bloß 1 mm Höhe aus einem Verdunstungsbecken von 1 m Durchmesser einer Wärmemenge von 476 000 g-Kal., welche Menge genügen würde, um mehr als 1 500 000 Liter Luft um 1° zu erwärmen.

§ 3. **Bedeutung der Energieumsätze für die Verdunstung.** Soll also überhaupt Verdunstung stattfinden, so müssen die notwendigen Energien zugeführt werden; wo diese mangeln, hört der Vorgang von selbst auf. Insoweit die Energiezufuhr von den Bedingungen der Umgebung — in erster Linie Temperatur, Sonnenstrahlung, Luftbewegung, dann Luftdruck usw. — abhängt, muß innerhalb des Bedarfes — der wieder durch den Wasserdampfgehalt der Luft mitbestimmt ist — Abhängigkeit von den aufgezählten meteorologischen Elementen auftreten; naturgemäß aber eine ziemlich verwickelte. Dies zeigt sich schon in dem einfachsten eigentlich hierhergehörigen Fall, bei der Aufstellung der Psychrometerformel. So allgemein die theoretischen Ansätze zu sein scheinen, so liefern sie zwar Formeln von wesentlich ähnlicher Gestalt, ohne aber die benötigten Konstanten angeben zu können. Im Grunde beruhen sie schließlich doch auf empirischer Bestätigung. Derartige Versuchsreihen wurden aber in noch viel größerer Zahl und mit vielfältiger Abwechslung für die Verdunstung im allgemeinen angestellt und aus ihnen oder mit ihrer Hilfe die geltenden Regeln abgeleitet. Dieses Arbeiten mit empirisch gewonnenen Ergebnissen ist nun zwar kein Nachteil, es war vielmehr notwendig; wohl aber war es der Einseitigkeit in hohem Maße ausgesetzt, sobald ein wesentlicher Gesichtspunkt nicht in entsprechender Weise berücksichtigt wurde. Und das war in der Regel mit dem Energieumsatz der Fall. Es empfiehlt sich deshalb, die verschiedenen Arten der Verdunstungsmessung von diesem besonderen Gesichtspunkt aus zu betrachten.

§ 4. **Einfluß des allgemeinen Baus des Instrumentes.** Gehen wir zunächst von der gewöhnlichen Anordnung eines flachen Beckens, wie sie z. B. bei der Wildschen Verdunstungswage benützt wird, aus! Das Wasser in der Metallschale besitzt, wenn der Gleichgewichtszustand erreicht ist, eine niedrigere Temperatur als die darüberstreichende Luft. Diese letztere gibt also an die Wasseroberfläche durch Leitung und Konvektion die zur Verdunstung benötigte

---

[1]) Kreislauf des Wassers auf der Erde, Geogr. Zeitschr., 1905, 436; Niederschlag, Abfluß und Verdunstung auf den Landflächen der Erde, Met. Zeitschr., **43**. 32 (1908); Zeitschr. f. Gewässerkunde **7**, 321 (1906).

[2]) Die Verdunstung auf dem Meere, Ann. d. Hydr. usw., **39**, 410 (1911), ausführlich Archiv d. d. Seewarte, **34**, Nr. 1 (1911).

Wärme ab. Das findet aber nicht bloß an der Wasseroberfläche statt, sondern an allen der äußeren Luft ausgesetzten Wandungen des Gefäßes; von hier weg strömt dann die Wärme aufwärts zur Verbrauchsstelle, eben der Wasseroberfläche, hin.

Jede Begünstigung der Wärmezufuhr steigert nun die Verdunstung, wenn auch nicht genau proportional. Diese ist also im allgemeinen größer, 1. wenn das Verhältnis der nicht benetzten Oberfläche des Verdunstungsmessers zu jener des Wassers größer ist. Von dieser Seite her sind daher die komplizierter gebauten Instrumente mit größeren mit der Schale gut leitend verbundenen Metallmassen von Nachteil, 2. bei flacher Schale und geringer vorhandener Wassermasse; das zur Wärmeleitung notwendige Temperaturgefälle und damit die übermittelte Wärmemenge ist dann größer. Überdies erfolgt auch der Transport durch Strömung innerhalb der Flüssigkeit leichter.

§ 5. **Beiläufige Zahlenangaben.** Es sei aufangs bloß die freie Wasseroberfläche der Luft ausgesetzt, womit sich ein bestimmter Gleichgewichtszustand einstellt. Wird dann plötzlich die gesamte Oberfläche des Apparates freigegeben, die i. a. mehr als das Doppelte von jener des Wassers beträgt, dann steigt auch die von der Luft abgegebene Energie und mit ihr die mögliche Verdunstung auf mindestens das Doppelte an. In Wirklichkeit kommt es aber nicht zu solcher Erhöhung der Verdunstung, denn ein Teil der Wärmeenergie wird zur Temperatursteigerung des Verdunstungsgefäßes verwendet. Das hat doppelte Wirkung: eine Erhöhung der Verdunstung deshalb, weil der Unterschied zwischen dem tatsächlichen Dampfdruck der Luft und dem Sättigungsdruck des Wasserdampfs bei der Temperatur der verdunstenden Wasserfläche vergrößert wird; von diesem Unterschied hängt aber die Stärke der Verdunstung ab (vgl. § 10; es kann hier ohne weiteres auch die Daltonsche Formel benützt werden, da sie die Versuchergebnisse innerhalb gewisser Grenzen genügend wiedergibt, dabei aber begrifflich leichter ist). Die andere Wirkung besteht in der Verminderung der Wärmeabgabe von der Luft an das nun höher temperierte Verdunstungsgefäß. Zwischen diesen beiden Wirkungen stellt sich schließlich Gleichgewicht ein, das u. a. auch von der allgemeinen Temperatur abhängt. Für ein Gefäß, dessen nichtbenetzte Oberfläche gleich groß ist wie die des Wassers, wird dadurch nach roher Überschlagsrechnung die Verdunstung z. B. bei Temperaturen über 27° um mehr als 50 %, bei 0° um etwa 14 % gesteigert.

§ 6. **Äußere Wärmeleitung.** Wird die Schale außen mit sehr schlecht leitendem Überzug, etwa einem Luftmantel, umgeben, dann ist die Verdunstung etwas geringer. Der Störung unterliegen diejenigen Instrumente gar nicht, welche praktisch nur benetzte Oberfläche besitzen, z. B. etwa die meisten mit Tonzelle oder aber das Psychrometer.[1]) Wie die schließliche Ablesung geschieht, ob als Höhen-, Volum-, Gewichtsmessung oder aber aus der Temperaturdifferenz, ist ja gleichgültig, wenn nur die Beziehungen sichergestellt sind.

J. Stefan hat nun auf Grund der Diffusion des Wasserdampfs[2]) das Gesetz abgeleitet, daß die gesamte verdunstete Menge proportional ist nicht dem Inhalt, sondern dem Umfang der Wasserfläche. Große Behälter verdampfen also im Verhältnis weniger. Zu ganz ähnlichem Ergebnis führt es, wenn man an Stelle der Diffusion der Konvektion des Wasserdampfs die erste Rolle zuschreibt; schließlich gilt dasselbe aber auch, wenn der »äußeren Wärmeleitung«, dem Wärmeaustausch zwischen Luft und Gefäß, Bedeutung zukommt. Je größer das Becken, desto mehr wird sich die Luft beim Vorbeistreichen abkühlen, sie wird an die Teile, die ihr nicht zuerst ausgesetzt sind — die in Lee liegenden — weniger Wärme abgeben können. Anderseits wird die äußere Wärmeleitung gesteigert durch raschere Luftbewegung. Auch von dem Standpunkt der Energiezufuhr steigt also die Verdunstung bei 3. abnehmender Gefäßgröße und 4. lebhafterer Luftbewegung.

§ 7. **Zahlenangaben; Übertragung auf freie Wasserflächen.** Die theoretische Regel Stefans ist selbstverständlich nicht genau erfüllt, sonst wäre ja die Verdunstung auf dem Meere nahe Null. Von den besonders zahlreichen experimentellen Belegen für den Einfluß der Gefäßgröße beziehen sich die meisten auf Instrumente verschiedener Bauart; so ist bekannt, daß alle die, welche kleine Scheiben aus Filtrierpapier verwenden (Piche, Gallenkamp u. a.), bedeutend zu hohe Angaben liefern. Ich will hier aber besonders auf die unter F. H. Bigelows Leitung durchgeführten Verdunstungsmessungen in Nordamerika (insbesonders an dem vor einigen Jahren in Kalifornien neuentstandenen

---

[1]) Literaturnachweis für die einzelnen hier genannten Instrumente kann nicht gegeben werden; dafür wird sich, wenn auch erst in einiger Zeit, an anderer Stelle Gelegenheit finden.

[2]) Über Verdampfung aus einem kreisförmig oder elliptisch begrenzten Becken. Wien. Sitz.-Ber., 83, II. Abt. 943 (1881).

Saltonsee) und in Argentinien eingehen.[1]) Dort verhielt sich die Verdunstung unter sonst gleichen Bedingungen, also auch ähnlichem Bau der Becken, bei einem Gefäßdurchmesser von

	61.0	91.4	121.9	182.9	365.8 cm
wie	417 :	391 :	350 :	289 :	260.

Von da kann nur mit größter Unsicherheit auf unbegrenzte Wasserfläche extrapoliert werden. Wenn Bigelow für diese die Verhältniszahl 230 findet, so erscheint sie mir gegenüber jener für den verhältnismäßig kleinen Gefäßdurchmesser von 365.8 cm zu hoch. Die Ausführung, dies gebe die Geschwindigkeit der Verdunstung von Wasser in »seine eigene vollständige Dampfdecke«, was jedenfalls als gesättigte Luft zu verstehen ist, kann nur das größte Bedenken erregen, denn theoretisch ist diese Null. Wenn es wirklich nie zu diesem Wert kommt, so darf man das vornehmlich auf Strahlungseinwirkung zurückführen (vgl. § 8 u. 9). In den Bigelowschen Zahlen wäre diese demnach schon enthalten, obwohl sie nicht gesondert berücksichtigt wurde; das ist ja auch erklärlich durch ihre Ableitung aus praktischen Messungen.

Gegenüber der anderen Stütze der Zahl für die Verdunstung einer sehr ausgedehnten Wasserfläche, der unmittelbaren Messung des Wassergewinns und -Verlustes für den ganzen Saltonsee, erinnere ich an die Schwierigkeiten, die in der Diskussion im Anschluß an die entsprechenden Messungen J. Maurers am Zürcher und Greifensee[2]) zutage traten. Ob gerade die unterirdischen Ströme in dem Fall des Saltonsees richtig erfaßt wurden, entzieht sich meinem Urteil.

Der Einfluß der Windgeschwindigkeit aus allen dreien oben erwähnten Ursachen tritt in allen Messungsreihen deutlich hervor; ich kann da z. B. auch an die Lütgensschen erinnern. Bigelow nimmt ihn als Schlußergebnis seiner zahlreichen Messungen als proportional an einem Faktor $1+0.084\cdot w$, wenn w die Windgeschwindigkeit in km/h und das Anemometer nicht nach der in Nordamerika üblichen Skala geeicht ist. Die letztere gibt um 20% höhere Windgeschwindigkeiten. Versuche mit einem ähnlichen quadratischen Glied, ebenso mit einem unmittelbar proportional der Quadratwurzel aus der Windgeschwindigkeit, wie mehrfach vorgeschlagen, scheinen weniger zu befriedigen. Die Windgeschwindigkeit ist dabei möglichst knapp an der Wasseroberfläche zu messen, was bei früheren Vergleichen kaum je geschehen war; vielleicht stammt davon die Unstimmigkeit in den Zahlenwerten.

§ 8. **Strahlungseinfluß.** Eine sehr bedeutende weitere Energiequelle ist Strahlung aller Art, deren Gesamtwirkung sich zusammensetzt aus jener der Sonnenstrahlung, der Einstrahlung vom Himmel her abzüglich des Verlustes durch Ausstrahlung. Die ersten beiden hängen von den meteorologischen Elementen ab, die letzte von der Temperatur des Apparates; der für Verdunstung wirklich verfügbare Anteil noch von der Oberflächenbeschaffenheit des letzteren. In meinem früheren Aufsatz habe ich so als gesamten täglichen Wärmegewinn von 1 cm² Meeresoberfläche für 40° N-Br. im Jahresmittel 127 g-Kal. errechnet, eine Menge, welche imstande wäre, für sich eine tägliche Verdunstung von 2.1 mm zu decken.

Wenn auch ein Teil der Wärmezufuhr bloß auf Erwärmung oder besser geringere Abkühlung der vorbeistreichenden Luft verwendet wird (Ableitung ähnlich der in § 5), so kommt doch ein wesentlicher Betrag der Verdunstung zugute. Diese wird also — abgesehen von den jahreszeitlichen Verschiedenheiten, die insbesonders in höheren Breiten zu zeitweiser Umkehrung führen — größer, wenn 5. das Instrument freier der Strahlung ausgesetzt und 6. seine Oberfläche »schwärzer«, der Anstrich also matter und dunkler ist. Außerdem fließt auch hier das Verhältnis des nach oben gekehrten Teiles der unbenetzten Oberfläche zu jener des Wassers ein.

§ 9. **Genaueres über den Strahlungseinfluß.** Da die Energie, welche durch Strahlung der Flächeneinheit des Wassers zugutekommt, unabhängig ist von der Größe des Verdunstungsbeckens, im Gegensatz zu der aus der äußeren Wärmeleitung, so folgt ein bedeutender Unterschied für das Verhältnis der Verdunstung in gegen Strahlung geschützter und freier Aufstellung: für kleine Gefäße entfernt sich dieses Verhältnis wohl nicht viel von 1, wird aber mit wachsender Gefäßgröße immer kleiner. Die in kleinem Maßstab gewonnenen Ergebnisse[3]) lassen sich gerade wegen des vollkommen verschiedenen Anteils der Strahlung nicht auf weite Flächen übertragen. Daß bei der nach der geographischen Lage, der Jahreszeit und den klimatischen Verhältnissen außerordentlich großen Verschiedenheit der Strahlungsmenge an eine einfachere allgemeine Reduktion nicht wohl zu denken ist, bedarf keiner Ausführung; für mittlere Verhältnisse scheint sie aber schon entsprechend in Bigelows Formel berücksichtigt zu sein (§ 10, vgl. auch § 7).

---

[1]) Die ersteren in den verschiedenen Jahrgängen des Monthly Weather Rev., 1908—1910, alle Messungen zusammen in: Las leyes de la evaporaçion, Bolet. Ofic. Meteorol. Argentin., Bol. No. 2.

[2]) Die Verdunstung auf den Seen am Nordfuß der Alpen während der großen Hitze- und Dürrezeit 1911, Met. Zeitschr., **28**, 545 (1911); dagegen: K. Fischer: Maurers Verdunstungsmessungen an Alpenseen und die Verdunstungsmessungen der Preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde am Grimnitzsee, Met. Zeitschr., **29**, 366 (1912); ferner Maurer, ebda., **30**, 102, 209 (1913).

[3]) So sind insbesonders die Versuche J. R. Suttons in: Results of some experiments upon the rate of evaporation, Trans. South. Afric. Phil. Soc., **14**, 43 (1903) hierin nicht beweisend.

Strahlung dürfte — abgesehen von der thermischen Trägheit, § 12 u. 13 — in den meisten Fällen die Ursache sein, wenn Verdunstung auch bei vollkommen gesättigter Luft stattfindet. Sie dringt ja selbst durch Nebel immer noch genügend durch, am leichtesten, wenn es sich um eine dünne, bloß auf der Erdoberfläche lagernde Schicht kalter Luft handelt; selbst innerhalb einer Hütte sind solche Einflüsse nicht vollständig ausgeschaltet. Daß Bigelow es als besondere Stütze seiner Verdunstungsformel ansieht, daß sie auch für den Fall vollkommener Sättigung der Luft noch Verdampfen möglich erscheinen läßt, halte ich also nicht für überzeugend; eher das Gegenteil, wenn nicht das Unsichere und Gefährliche jeder Extrapolation in Rechnung gesetzt wird.

Über den Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit scheinen überhaupt keine brauchbaren Angaben vorzuliegen.

§ 10. **Abhängigkeit von meteorologischen Verhältnissen.** Wenn im Vorhergehenden das Schwergewicht auf die Energien gelegt wurde, so hat das nicht den Sinn, daß sie allein maßgebend sind. Sie liefern vielmehr eine obere Grenze, bis zu welcher Verdunstung möglich ist, werden aber durchaus nicht bloß für diesen einen Vorgang verwendet. Wie schon erwähnt (§ 5), bildet sich vielmehr immer ein Gleichgewichtszustand aus derart, daß bei Steigerung der Energiezufuhr die Verdunstung, daneben aber auch der anderweitige Energieverlust entsprechend zunimmt. Die Lage dieses Gleichgewichtszustandes hängt nun außer von der Energiezufuhr auch wesentlich von den anderen meteorologischen Bedingungen ab, und deshalb konnten für die Verdunstung verschiedene Formeln, die bloß die meteorologischen Elemente benützen, aufgestellt werden. Hier wird nur die Daltonsche angeführt, die mit den von Bigelow bestimmten Konstanten lautet:

$$v_{Tag} = 0{,}036 \cdot F \cdot (e_0 - e) \cdot (1 + 0{,}084 \cdot w),$$

während W. Trabert[1]) die Gestalt $v = k \cdot (1 + \alpha t) \cdot (e_0 - e) \cdot \sqrt{w}$ vorgeschlagen hatte. e_0 ist dabei der Sättigungsdruck des Wasserdampfs bei der Temperatur t der verdunstenden Fläche, e die tatsächliche Dampfspannung der Luft, beides in Millimeter Quecksilber, w die Windgeschwindigkeit in km/h, α der Wärmeausdehnungskoeffizient der Luft, $= 1/273$, der Faktor F endlich stellt die Abhängigkeit von der Gefäßfläche A (in m^2 gemessen) dar; für ihn können die Zahlen aus § 7 interpoliert werden, oder aber die Formel benützt $F = 2 - \frac{2}{\pi} \cdot \text{arc tang } (0.023 \cdot A)$.[2]) Bigelow selbst gelangt zu einer anderen Form, die ebenso — nach Versuchen in größerer Seehöhe — wie die Daltonsche kein Glied für den Luftdruck enthält:

$$v_{Tag} = 0{,}138 \cdot F \cdot \frac{e_0}{e} \cdot \frac{de}{dt} \cdot (1 + 0{,}84 \cdot w).$$

Die Formeln sind uns bloß der Ausdruck für das Ergebnis einer langen Reihe von Versuchen. Nur soweit deren Bedingungen festgelegt sind, dürfen sie Anwendung finden, genügen aber, da eben die Energiezufuhren zu verschieden und zu wenig zu überwachen sind, nicht allgemein. Im folgenden dienen sie nur gelegentlich zur beiläufigen quantitativen Bestimmung einzelner Störungen.

§ 11. **Verschiedenheiten der meteorologischen Elemente in den untersten Schichten.** Die meteorologischen Bedingungen sind dabei nicht etwa aus den Angaben einer in gewöhnlicher Weise eingerichteten Station zu entnehmen, sondern müssen für die in Betracht kommenden Massen genau gelten: relative Feuchtigkeit, Dampfdruck, Temperatur und Wind für die Schicht ganz knapp über der Wasserfläche. Besonders das letztgenannte Element wird der Bestimmung Schwierigkeiten entgegensetzen, obwohl sein Einfluß groß ist. Stevenson fand z. B. nach Hann[3]) in 0, 3, 6, 9 m Höhe über dem Boden Geschwindigkeiten von 3,6, 8,2, 8,7, 9,0 m/sec, G. Hellmann[4]) nach sehr eingehenden Versuchen in Nauen in 0, 2, 5, 10, 16, 32 m Höhe mittlere Windgeschwindigkeiten von 1,35, 3,29, 4,05, 4,53, 4,86, 5,54 m/sec. Obwohl über festem Boden mit größerer Reibung gewonnen, dürften doch die Werte über einem See oder dem Meer nicht allzustark davon verschieden sein. Denkbar, vielleicht gar nicht unwahrscheinlich, ist es, daß die entsprechende Wirkung auf die Verdunstung hier nicht wesentlich anders wäre insofern, als die allgemein geringere Reibung der

---

[1]) Neuere Beobachtungen über die Verdampfungsgeschwindigkeit, Met. Zeitschr., **13**, 261, (1896).

[2]) Vergl. aber das § 7 Gesagte! Gerade hier ist übrigens Bigelows Darstellung außerordentlich unklar und verwickelt, weshalb wohl auch in dem Referat von K. Langbeck in der Meteorologischen Zeitschrift, **31**, 510 (1914), nicht die uns geläufige und verständliche Form erscheint.

[3]) Lehrbuch der Meteorologie, 3. Aufl., S. 392.

[4]) Über die Bewegung der Luft in den untersten Schichten der Atmosphäre, Berl. Sitzber., 415 (1914), Auszug: Met. Zeitschr., **32**, 1 (1915).

Luftmassen das Geschwindigkeitsgefälle in der Höhe zwar verringern, in den untersten Schichten aber ohne weiteres erhöhen könnte. Im übrigen stellen die angeführten Zahlen Mittelwerte dar; der einzelne Fall mag davon beträchtlich abweichen. Sicher ist aber, daß danach die an der Meeresoberfläche und in einer Höhe von z. B. 5 m darüber gemessenen Verdunstungswerte leicht um 40% voneinander abweichen.

In ähnlicher Weise schwerer zu kontrollieren ist auch der Dampfdruck. Mit Hilfe von Gerüsten, auf denen die Messungen in verschiedener Höhe vorgenommen wurden, fand Bigelow, daß sich schon verhältnismäßig kleine Flächen (einige Hundert Meter Breite) mit einer wasserdampfreichen Schicht von etwa 9 m Mächtigkeit überzogen, wodurch die Verdunstung darunter stark herabgesetzt wurde. Bei größerer Ausdehnung der Wasserfläche darf man wohl auch höheres Erstrecken der feuchten Schicht voraussetzen.

§ 12. **Nachhinken der versenkten und schwimmenden Becken.** Wenn bisnun bloß von den Verdunstungsmessungen mit frei aufgestellten Gefäßen die Rede war, so geschah dies deshalb, weil bei den in den Boden eingelassenen oder in das Wasser eines Sees eingetauchten, trotz ihrer unleugbar größeren Anlehnung an die Verhältnisse, die wiedergegeben werden sollen, eine neuerliche Nebenwirkung hinzukommt, die man als thermische Trägheit bezeichnen kann. Sie tritt eigentlich auch bei den größeren freistehenden Gefäßen auf und besteht darin, daß die Temperatur des Apparates, als seines wichtigsten Teiles die der Wasseroberfläche, gegenüber Änderung der äußeren Bedingungen zeitlich nachhinkt. So ist das Wasser während der späteren Nachmittagsstunden verhältnismäßig zu warm, in den Vormittagsstunden, wenn die Lufttemperatur zunimmt, zu kalt; dort wird die Verdunstung wesentlich erhöht, hier erniedrigt. Gleiches tritt bei noch größeren Wassermassen, Seen z. B., im Jahresverlauf ein. Deshalb wäre wirklich die Verdunstung eines Sees am besten aus der eines schwimmenden Verdunstungsgefäßes zu bestimmen, wenn nicht diesem im allgemeinen doch mehr Energie erhalten bliebe: so wird die Strahlung, welche ins Wasser eindringt, spätestens am Boden des Gefäßes abgefangen, und das Mischen der obersten Schichten durch Wind und Strömung erniedrigt die Oberflächentemperatur bloß im freien Teil, im Becken nur insoweit, als Leitung dies vermittelt. Unter günstigen Bedingungen scheinen, wie aus den einschlägigen Untersuchungen zu ersehen ist, allerdings die Unterschiede nicht hoch anzusteigen; sie wirken aber um so stärker, da die Luftmassen knapp ober ausgedehnteren Wasserflächen zum großen Teil gesättigt sind.

§ 13. **Wirkung verschiedener thermischer Trägheit.** Das Nachhinken der Temperatur hat die Wirkung einer wesentlichen Verzögerung des täglichen Ganges der Verdunstung mit zunehmender Beckengröße, während die kleinen Gefäße den rein in der Luft abgenommenen meteorologischen Elementen — welche bei älteren Messungen allein berücksichtigt wurden — rasch folgen. Es könnte trotzdem den Anschein haben, als würde dadurch der Mittelwert der Verdunstung, etwa über den Tag genommen, nicht wesentlich geändert, da der zu großen Verdunstung zu der einen Zeit eine zu geringe zu der anderen Zeit entspricht. Dem ist aber — und auch da nur bei geringer täglicher Temperaturschwankung — nur dann angenähert so, wenn der Verdunstungsmesser genau den gleichen Bedingungen ausgesetzt ist, wie die zu vergleichende Wasserfläche; das ist bloß bei schwimmenden Apparaten genügend erfüllt. Sonst besteht der gewichtige Unterschied, daß der kleine Apparat voll den äußeren meteorologischen Verhältnissen ausgesetzt ist und ihnen folgt, während sich jede größere Wasserfläche ihre eigene Umgebung selbst schafft. Dabei wird aber die Verdunstung stets vermindert (vgl. § 11).

Der Einfluß der Temperatur des Wassers im Verdunstungsgefäß ist ein ganz erheblicher; durch sie wird ja das e_0 (§ 10) gegeben. Die Wirkung ist desto größer, je größer die Sättigung der Luft, da durch die Änderung eine Differenz beeinflußt wird. So ergeben sich, gerechnet nach der Daltonschen Formel, bei einer mittleren Temperatur

t =	0°			20°		
und relativer Feuchtigkeit von	60	80	90%	60	80	90%
Zunahmen der Verdunstung um	40	80	162%	33	66	132%,

wenn die Temperatur des Verdunstungsgefäßes um 2° C über den Gleichgewichtszustand erhalten wird. Das Bestimmende ist also die relative Feuchtigkeit, die Mitteltemperatur hat nur geringen Einfluß.

§ 14. **Weitere Fehlerquellen.** Nur kurz werde noch auf einige Fehlerquellen hingewiesen, welche nicht immer entsprechende Beachtung finden. Eine ist das Benetzen der Wände des Gefäßes durch das Wasser, das sich kapillar daran hinaufzieht. Hierdurch wird die Wasseroberfläche vergrößert, die Verdunstung aber um so mehr gesteigert, da von dem freistehenden Teil des Gefäßrandes größere Energiemengen geliefert werden, insbesondere bei Sonnenschein.

Ein Anzeichen für diese örtliche, starke Verdunstung ist der bei Verwendung nicht ganz reinen Wassers sich längs des Randes einstellende dickere Belag, der in keinem Verhältnis steht zu jenem, den man bei vollständigem Verdampfen der Flüssigkeit im Becken erhielte. Erschütterungen des Gefäßes stören wohl auch in ähnlicher Weise. Heftiger Wind kann nach Bigelow — allerdings bloß bei größeren Becken — durch Wellenbildung zur Zerstäubung von Wasser und durch das Forttragen des Wasserstaubs zu fälschlich erhöhter Verdunstung führen. Der Einfluß würde aber mit wachsender Beckengröße wieder abnehmen. Nicht immer wird ferner darauf geachtet, daß die Wasserfläche nicht unnötig unter dem Rand des Gefäßes liegen darf. Bei größeren Becken fällt dies allerdings weniger ins Gewicht. Keine bedeutende Wirkung hat eine Vergrößerung der Oberfläche durch Wellenbildung, ebenso dürfte sich die Verdunstung von Seewasser gegenüber Süßwasser kaum merklich verringern, da der Sättigungsdruck über jenem nur so wenig niedriger ist. Wenn Messungen größere Unterschiede zeigten, so liegt das vielleicht an der verschieden absorbierten Strahlung.

Wir sehen also, welchen verschiedenen schwer in Rechnung zu ziehenden Einflüssen Verdunstungsmessungen unterliegen, wie jedes Instrument besondere Korrekturen seiner Angaben verlangt. Wenn es scheinen mag, daß vielleicht doch das gewöhnliche, der freien Luft ausgesetzte Psychrometer am ehesten den Rückschluß auf die Verdunstung einer freien Wasserfläche gestatte, weil auch es ja im wesentlichen nur mit benetzten Teilen an die Luft grenzt, so stört hier wieder die verschiedene thermische Trägheit und der Umstand, daß die Strahlung auf das Wasser voll, auf das Thermometer aber nur einseitig wirken kann.

§ 15. **Über den Begriff der Verdunstung.** Wenn auch bisher absichtlich alle Umstände, welche die Unsicherheit erhöhen, besonders betont wurden, so erweist sich doch ganz allgemein das Problem der Verdunstung als ein äußerst verwickeltes. Das liegt aber wesentlich an der Fragestellung. Man muß sich doch endlich einmal darin entscheiden, ob man die Verdunstung als praktische Aufgabe behandeln oder aber ihr die Geltung eines meteorologischen und klimatischen Elements verschaffen will.

Im ersteren Falle sind die entsprechenden Versuche an Ort und Stelle auszuführen und liefern unter den angezeigten Vorsichtsmaßregeln wirklich verläßliche Ergebnisse; oder aber man geht auf die von anderer Seite abgeleiteten Formeln zurück, von denen heute den Bigelowschen für größere Wasseransammlungen unter den Verhältnissen mittlerer Breiten das größte Vertrauen entgegengebracht werden muß.

Im andern Falle, wenn man die Verdunstung als meteorologisches Element einführen will, muß man sie von allen zufälligen Beigaben entkleiden und auf eine Form bringen, die sich sofort den Bedürfnissen eines besonderen Zwecks anpassen läßt; diese sind für den Wassertechniker ganz andere als etwa für den Klimatologen oder den Botaniker. Nicht ganz ausgeschlossen oder vielmehr ziemlich wahrscheinlich ist es, daß es schließlich bloß zu einem aus den verschiedenen geläufigen meteorologischen Größen zusammengesetzten Ausdruck kommt, der allerdings wesentlich verschieden sein kann von dem, was man noch als Verdunstung bezeichnen dürfte. Die Neueinführung würde dann bloß darauf hinauslaufen, diese Größe für die einzelnen Beobachtungstermine zu rechnen und für größere Zeiträume erst dann zu mitteln. Mit den Mittelwerten der meteorologischen Elemente wird sich im allgemeinen nicht dieselbe Zahl ergeben. Ein bestimmter Vorschlag kann hier nicht gemacht werden — dazu bedürfte es umfangreicher Beobachtungsreihen unter den verschiedensten klimatischen Verhältnissen —, doch sei auf die entsprechenden Versuche mit der Psychrometerdifferenz hingewiesen.

§ 16. **Analogie aus der Strahlungsmessung.** Was mit dem Gesagten gemeint, wird wohl deutlich durch den Hinweis auf eine andere ähnlich verwickelte Größe, die heute noch ganz allgemein in den Köpfen der verschiedensten Leute spukt, von der Wissenschaft aber schon längst verlassen wurde. Das ist die »Temperatur in der Sonne«. Wieweit sich verschiedene Körper unter

dem Einfluß der Sonnenstrahlung erwärmen, ist von praktischem wie auch allgemein klimatischem Interesse. Sobald man aber erkannt hatte, daß Oberflächenbeschaffenheit und Konvektion eine Bedeutung besaßen, war man bestrebt, hier eindeutige Definition zu schaffen. So entstand das Schwarzkugelthermometer im Vakuum. Des weiteren wurde die Temperatur der Umgebung mit ihren Strahlungseinflüssen ausgeschaltet bei den Instrumenten zur Messung der Intensität der Sonnenstrahlung (Pyrheliometern). In ihnen wird nur ein ganz engumschriebener Teil der Einflüsse, welche die tatsächliche Temperatur eines der Sonne ausgesetzten Körpers bestimmen, festgelegt, es besteht aber die Möglichkeit, sie in jedem besonderen Fall bei Kenntnis der weiteren Bestimmungsstücke mit entsprechender Sicherheit abzuleiten.

Wie in diesem Falle, so stellen auch andere meteorologische Elemente, wie etwa Temperatur und Dampfdruck, durchaus nicht Begriffe vor, die unserem Gefühl von vornherein als entsprechende und einfache erscheinen. Geradeso, wie sie sich trotzdem als die physikalisch einfacheren einbürgerten, ist auch für die Verdunstung — die nach meiner Ansicht heute etwa auf der Stufe der »Temperatur in der Sonne« steht — ein entsprechender Stellvertreter zu erwarten.

§ 17. **Prüfung der Lütgensschen Messungen.** Die Erkenntnis der außerordentlichen Schwierigkeiten verläßlicher und brauchbarer Verdunstungsmessungen, die sich auf dem Meer noch steigern, war es nun, die mich veranlaßt hat, den Unterschied zwischen meinen aus dem Energieumsatz gewonnenen Werten und den Lütgensschen Beobachtungen so zu lösen, daß ich jene als maßgebend für die gesamte verdunstete Menge annahm, diese aber als qualitativ richtig, die relative Verteilung über die einzelnen Breiten gut wiedergebend. Ihre Beträge hatte ich aber durch eine ziemlich große Zahl, 1.917, zu dividieren, um die entsprechenden Absolutwerte zu erhalten. Auch diesen hohen Wert der Korrektur halte ich nun nicht für ausgeschlossen, wie folgende Überlegungen zeigen.

Als Beweis dafür, daß die Verdunstungsmessungen in einem Gefäß trotz der erheblich größeren Tagesschwankung in diesem nicht erheblich von denen an der Meeresoberfläche abweichen konnten, führt Lütgens an, daß die Mitteltemperaturen in beiden Fällen ziemlich dieselben waren, das Gefäß sich untertags ebensoviel (bis zu 3°) über das Meer erwärmte, wie es sich nachts unter dieses abkühlte. Abgesehen davon, daß es bei Verdunstungsmessungen nicht streng gestattet ist mit Mittelwerten zu rechnen, ist gerade jenes Verhalten ein Beweis dafür, daß die mittlere Gleichgewichtstemperatur des Gefäßes unter jener der Meeresoberfläche lag. Die Temperaturschwankung ist ja wesentlich auf Strahlungseinflüsse zurückzuführen. Nun ist die Intensität der Einstrahlung um die Mittagszeit auf mindestens das Zehnfache von jener der effektiven Ausstrahlung zur Nachtzeit (d. i. gesamte Ausstrahlung des Wassers weniger Einstrahlung vom Himmel) anzuschlagen. Um Mittag muß sich also die Gefäßtemperatur um einen erheblich größeren Betrag über die — bei Abwesenheit der Strahlung geltende — Gleichgewichtstemperatur erhoben haben, als sie während der Nacht unter dieser blieb. Diese Gleichgewichtstemperatur ist also für das Gefäß niedriger gewesen als für die Meeresfläche, deren Temperatur nur wenig unmittelbaren Strahlungseinfluß zeigt. Das läßt aber nur den einen Schluß zu, daß die meteorologischen Bedingungen in der Höhenlage des Gefäßes schon wesentlich andere waren als an der Meeresoberfläche.

§ 18. **Die verschiedenen Fehlerquellen.** Und das war sicher der Fall. Die Oberfläche einer größeren Wassermasse überzieht sich mit einer dampfreicheren Schicht, die bei den Versuchen am Lande (§ 11) bis in eine Höhe von etwa 9 m reichte. Die weite Ausdehnung des Meeres wird sie wohl mächtiger werden lassen, die geringere Reibung, d. i. geringere Mischung der bewegten Luft über dem Wasser geringer (§ 11). Jedenfalls ist aber mit einem ziemlich starken Gradienten der Feuchtigkeit gerade bis zu jenen Höhen, in welchen die Verdunstungsmessungen vorgenommen wurden — ich nehme etwa 5 bis 6 m an — zu rechnen. Wahrscheinlich sind auch die Temperaturen knapp an der Meeresoberfläche noch wesentlich von den höher oben gemessenen verschieden.[1]) Nimmt man nun an, daß alles dies bloß so wirkt, wie eine zusätzliche Temperaturerhöhung des Gefäßes über seinen Gleichgewichtszustand um 1°,

[1]) Man erinnere sich der gerade an Bord herrschenden Schwierigkeit, gute Werte der Lufttemperatur zu erhalten.

dann folgt für mittlere Verhältnisse (80 % relative Feuchtigkeit) schon eine um fast 40 % zu hohe Verdunstung (vgl. § 13).

Daß die Windgeschwindigkeit am Verdunstungsgefäß, wie natürlich, größer war als an der Meeresoberfläche, konnte zu dem erwähnten Ergebnis nichts beigetragen haben. Größere Ventilation hätte bei der Anordnung den Temperaturunterschied in jedem Falle verringert. Die Windwirkung ist also mindestens voll der erwähnten überlagert.

In den Lütgensschen Berechnungen vermisse ich schließlich — und das dürfte vor allem den Ausschlag geben — das außerordentlich wichtige Glied für die Übertragung vom kleinen Verdunstungsgefäß auf die weite Meeresfläche. Gerade diese Reduktion ist eine der notwendigsten.

Zahlenwerte. Nimmt man nun — für die Passatzone — in 5 m Höhe etwa 30 km/h Windgeschwindigkeit an, an der Wasserfläche 20 km/h (die Verschiedenheit ist wahrscheinlich größer, vgl. § 11), so verhielte sich die Verdunstung oben zu unten (Bigelowsche Formel, § 10) wie 3.52 : 2.68, d. i. wie 1.31 : 1. Im Stillengürtel, wo man oben etwa 4, unten vielleicht 2.7 km/h Geschwindigkeit annehmen kann, wird das Verhältnis günstiger, aber nicht geringer als 1.09. Eben weil die Gesamtverdunstung im Wind viel stärker ist, gibt bei Mittelbildung jeder Art die größere Luftbewegung den Ausschlag. Sicher liegt also der Faktor, welcher die Windwirkung darstellt, im Mittel nicht unter 1.25.

Der reziproke Wert des Reduktionsfaktors von einem Gefäßdurchmesser von 19.1 cm (Oberfläche des »Normalgefäßes« von Lütgens 288 cm²) auf die freie Wasserfläche wird nach § 7 442/230 = 1.94. Nun war das Verdunstungsgefäß durch einen Luftmantel geschützt, die »äußere Wärmeleitung« (§§ 4—6) herabgesetzt; deshalb mochte diese Wirkung kleiner sein und wir setzen sie — wohl auch zu niedrig — auf weniger als die Hälfte an, etwa 1.4. Die übrigen Wirkungen, die höchstens einige Prozente ausmachen, lassen wir beiseite.

Nimmt man nun noch die eben angeführte Wirkung des verschiedenen meteorologischen Zustandes hinzu, welche auch den Strahlungseinfluß, soweit er nicht in dem Reduktionsfaktor wegen der Gefäßgröße enthalten ist, umfaßt, so folgt, daß die Lütgensschen Messungen im Durchschnitt das 1.25 · 1.4 · 1.35 = 2.4-fache der tatsächlichen Verdunstung auf dem Meere lieferten.

Ich möchte nun nicht behaupten, daß der Reduktionsfaktor tatsächlich so hoch gewesen sei, sondern halte einen Wert von etwa 2 für den wahrscheinlichsten. Welchem der Teilbeträge eine geringere Wirkung, als errechnet, zukommt, läßt sich ohne wirkliche Versuche schwer sagen; am ehesten wäre der dritte Faktor zu hoch.

§ 19. **Zusammenfassung und Anregung.** Die großen Abweichungen zwischen den theoretisch errechneten und den Lütgensschen Verdunstungswerten wären also vollkommen im Sinne meines Ansatzes in der Arbeit erklärt und ich darf meine Werte sicher noch als Höchstwerte bezeichnen. Ferner erscheint mir aber das, was ich dort als Vermutung aussprach, daß nämlich die Zahlen für die Passatzonen etwas zu hoch seien gegenüber den anderen, nach den jetzigen ausführlicheren Überlegungen nur noch wahrscheinlicher. Dadurch würde aber in meiner Ableitung der Wärmetransport gleichmäßiger, die Gesamtverdunstung auf dem Meere etwas, aber kaum merklich, höher ausfallen.

Wegen der großen Zahl der — noch dazu mit verschiedenen Anordnungen angestellten — Messungen, auf welchen die Brücknerschen[1]) Werte für die Verdunstung auf dem Meere beruhen, ist es mir unmöglich, auch da auf ähnlichem Wege einen Zahlenwert zur Umrechnung abzuleiten. Daß in diesem Fall der Reduktionsfaktor — ich nehme etwa 1.4 bis 1.5 an — viel kleiner ist, die Werte also richtiger sind als die unmittelbaren Lütgensschen Messungen, hängt jedenfalls damit zusammen, daß bei ihnen Angaben von größeren verdunstenden Flächen Verwendung fanden.

---

[1]) a. a. O., § 1.

Der letzte Anlaß dieser Zeilen, nachzuweisen, daß tatsächlich die gemessenen Verdunstungswerte erheblich höher sein mußten als die für die Meeresoberfläche geltenden, ist aber nicht ihr eigentlicher Zweck. Ich möchte vielmehr nachdrücklichst darauf dringen, daß durch eingehende Untersuchung der Feuchtigkeits-, Temperatur- und Windverhältnisse in den alleruntersten, gerade auf der Meeresoberfläche auflagernden Luftschichten die Zahlen abgeleitet werden, welche die Verdunstungsmessungen an Bord auf die Meeresoberfläche umzurechnen gestatten und so das außerordentlich wertvolle Material, das sich insbesondere in den Lütgensschen Beobachtungen findet, in absolute Werte verwandeln. Gerade das wäre von größter Bedeutung, vornehmlich zur unterscheidenden Charakterisierung der einzelnen klimatischen Gebiete.

Daß aber auch allgemein genauere Kenntnis der Zustände gerade in den Schichten, die ganz nahe der Grenze zwischen Luft- und Wasserhülle der Erde liegen, äußerst notwendig ist, bedarf keiner weiteren Ausführung. Es mag seltsam berühren, daß wir da sicherlich über die Verhältnisse im Wasser besser unterrichtet sind als über die in unserem eigentlichen Element, der Luft.

Schließlich wollte ich aber auch über die schon von anderer Seite vorliegenden Zusammenfassungen hinaus alle diejenigen, welche sich mit Verdunstungsmessungen abgeben — und das sind durchaus nicht alles Meteorologen, noch weniger Physiker von Fach — auf die besonderen Schwierigkeiten dieses, wohl als Stiefkind der heutigen Meteorologie zu bezeichnenden Gebietes hinweisen; Schwierigkeiten, die allerdings nicht unüberwindlich erscheinen, wohl aber eine weitere Ausdehnung und Vertiefung der Beobachtungen und genauere Kenntnis gerade in physikalischer Richtung erforderlich machen.

Wien, K. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

Bodenbewegungen der Niederlande.

(Hierzu Tafel 3.)

Aus Pegelbeobachtungen ist abgeleitet, daß die mittlere Senkung des Bodens der Niederlande in bezug auf den mittleren Seespiegel ungefähr 18 cm in einem Jahrhundert beträgt.[1]) Die Kenntnis der Bodenbewegungen ist aber nicht nur von allgemeinem Interesse, sie ist darüber hinaus für die Lösung vieler aktueller Fragen, wie: Entwässerung verschiedener Provinzen, Trockenlegung der Zuiderzee, Kanal- und Hafenanlagen, Küstenbefestigung, Wasserleitungen u. a., um so mehr von großer Wichtigkeit, als die Höhe der Wasserstände im Januar 1915 niemals vorher erreicht ist.

Unter Benutzung einer reichhaltigen Literatur, die sich mit der Senkung des Bodens und den Bodenbewegungen sowie der Geologie des Landes befaßt, und ferner eines großen amtlichen, aus Pegelbeobachtungen, Grundbohrungen, Nivellements usw. bestehenden Materials veröffentlicht D. H. G. Blaupot ten Cate eine eingehende Studie[2]) über die Bodenbewegungen und gelangt dabei zu der Tatsache, daß die Senkung nicht überall die gleiche ist, vielmehr nach Nordwesten zunimmt und örtliche Abweichungen zeigt, sowie daß sie nicht proportional der Zeit ist und nach einer Wellenlinie verläuft. Die Ergebnisse dieser Studie sind im folgenden nach der genannten Quelle soweit bearbeitet und mitgeteilt, wie es das allgemeine Verständnis verlangt, und in Hinsicht auf die Wichtigkeit der vorliegenden Frage daraus der Schluß zu ziehen ist, daß den Bodenbewegungen und deren Folgen in höherem Maße wie bisher Rechnung zu tragen ist, wozu nur neue Untersuchungen beitragen können.

---

[1]) Vgl. Ann. d. Hydr. usw. 1909, S. 81 und 1913, S. 638.
[2]) Vgl. De Ingenieur, Nr. 47 und 48, 1915.

Pegelbeobachtungen.

Aus den in der Tafel 3 graphisch dargestellten mittleren jährlichen Höhen der Halbtide einiger Pegel (aus einer großen Anzahl herausgegriffen) der Jahre 1874 bis 1889 und 1891 bis 1906 ist durch Summierung das Mittel genommen. Die sich daraus ergebenden, durch Strichelung bezeichneten Linien in der Darstellung zeigen annähernd die Veränderung in den Wasserständen, und zwar in der Weise, daß eine Steigung der Linie auf Senkung und ein Fallen auf Hebung des Bodens in bezug auf den mittleren Seespiegel deutet. Die aus den Jahren 1874 bis 1906 von 63 Pegeln berechneten säkularen Senkungen befestigen die Tatsache, daß die Senkung nach Nordwesten zunimmt und viele örtliche Abweichungen zeigt, sowie daß namentlich in Zeeland Senkung nebst Hebung vorkommt, wobei zu bemerken ist, daß die auf Hebung weisenden Pegelbeobachtungen, abgesehen von kleinen Fehlern, zutreffend sind und die Stellen mit Hebung einesteils in ziemlichem Abstande von der Oster- und Westerschelde (wie Repart, Zieriksee, Tholen, Westkapelle, Veere und Bath) und andernteils da liegen, wo der Strom aus der Richtung NO—SW wieder in die Richtung SO—NW übergeht.

In Zeeland und vermutlich bis zum Hoek van Holland finden nach den Pegelbeobachtungen somit andere Bodenbewegungen wie in Nord- und Südholland statt. Daß Katwyk und Hoek van Holland sich mehr als nahebei liegende Stellen senken, wird durch Nivellements bewiesen, die später behandelt werden.

Andere Erscheinungen bezüglich der Bodenbewegungen in den Niederlanden.

Inwieweit andere Erscheinungen den Unterschied in Senkung und Hebung der verschiedenen Teile des Landes wie der örtlichen Abweichungen die Ergebnisse der Pegelbeobachtungen befestigen, läßt sich aus geologischen Erscheinungen wie aus Erscheinungen an den Küsten und Stranden der Niederlande ableiten.

Die jüngsten Zeiträume der geologischen Geschichte der Niederlande lehren, daß »in tertiärer Zeit, und wahrscheinlich schon im Oligocän, der Boden zu sinken begann und diese Senkung nicht gleichmäßig das ganze Land betroffen hat, im allgemeinen stärker im Westen und Norden als im Osten und Süden war, und zwar so, daß der südöstliche und östliche Teil des Landes nicht oder kaum an der Bewegung teilnahm und diese nach Nordwesten stets zunahm«. Ferner hat Zeeland beinahe nicht oder nicht die jüngste Senkung mitgemacht, was auch aus den Pegeln abgeleitet ist. Auch örtliche, größere Senkungen längs der Küste haben stattgefunden (Bohrungen bei Alkmaar).[1] Auf Seite 82 sagen dieselben, daß in dem alluvialen Westen auf den Inseln Texel, de Grient, Wieringen und Urk sich nördliche diluviale Höhen erheben, wie bei Muiderberg und de Gaasp bei Amsterdam. Das skandinavische Diluvium ist auf sehr verschiedenen Stellen angebohrt, bei Castricum auf 32.5 m, bei Wyk aan Zee auf 98 m, bei Schoorl selbst auf 100—140 m unter dem Seespiegel. Diese Tatsachen, in Verbindung mit dem großen, durch die Pegel angegebenen Unterschied der Senkung, schreiben mit großer Wahrscheinlichkeit die verschiedene Höhenlage des nordischen Diluviums noch fortdauernden Bodenbewegungen zu.

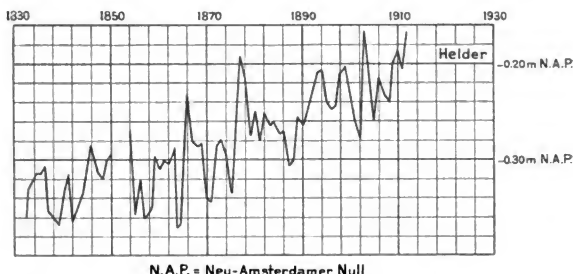
Aus den Tiefenlinien der Seekarten der Küste geht hervor, daß an der Belgischen Küste und sich nordwärts ausdehnend bis beinahe zum Hoek van Holland und bis weit in See Sandbänke (Sandriegel) gefunden werden, die sich bis 20 m über den Seeboden erheben und bis 40 km vom Ufer liegen (West-Hinder und Nord-Hinder). Nördlich von Hoek van Holland fehlen diese Bänke, wodurch eine Befestigung der Küste notwendig ist, während südlich davon abgesehen werden kann. Es entsteht dabei die Frage, ob ein Verband zwischen der Bildung der Bänke und der geringeren Senkung im Süden der Niederlande besteht und ob der Boden daselbst nicht aus festerem Material gebildet sein kann?

---

[1] Vgl. Prof. Molengraaff und Dr. van Waterschoot v. d. Gracht. Handbuch der Regionalen Geologie. Niederlande. S. 69.

Fortdauer der Senkung des Bodens der Niederlande.

Über die Fortdauer der Senkung sind die Meinungen sehr geteilt. Doch geben die Pegelbeobachtungen neben anderen Erscheinungen darüber einen guten Anhalt, insofern regelmäßige Beobachtungen in Amsterdam von 1700 bis 1860 angestellt worden sind, die von 1717 bis 1880 eine Senkung von 4 cm bis 15.5 cm oder im Mittel von 8 cm im Jahrhundert ergeben. Die Pegelbeobachtungen von den Helder seit dem Jahre 1832 sind in nebenstehender Figur graphisch dargestellt und zeigen, daß die von 1874 bis 1906 gefundene Senkung des Bodens sich auch auf längere Zeit erstreckt. Alle Pegelbeobachtungen nördlich am Hoek van Holland ergeben somit eine, wenn auch ungleiche Senkung des Bodens und genügenden Anlaß zur Annahme, daß auch in Zukunft eine weitere Senkung an der Küste auf dieser Strecke stattfinden wird, zumal geologische Zeitperioden nicht von kurzer Zeitdauer sind und kein Grund zu ihrer plötzlichen Endigung vorliegt. Es erübrigt noch zu untersuchen, inwieweit diese Senkung sich zu anderen Untersuchungen über längere Zeit stellt. Die Geologie kann die ältesten Unterlagen dafür liefern.



N.A.P. = Neu-Amsterdamer Null

Professor Molengraaff, »Die Senkung des Bodens der Niederlande«, sagt darüber Seite 405: daß »mindestens seit der jungen Tertiärzeit sich der Boden der Niederlande gesenkt hat, jedoch nicht fortdauernd vollkommen gleichmäßig, sondern dann und wann durch kürzere oder längere Perioden der Ruhe oder entgegengesetzte Bewegung unterbrochen«, und weiter auf Seite 407: »Der Boden der Niederlande ist mindestens seit der Pliocän Zeit fortwährend gesenkt und verharrt noch in derselben großen, senkenden Periode.« Als sicher ist daraus zu schließen, daß die Senkung eines großen Teils des eingedeichten Polderlandes noch stets fortdauert.

»Was die Senkung in letzter historischer Zeit betrifft, so ist die geographische und geologische Lage der Niederlande eine heikle; Staat und Volk müssen sich der Möglichkeit eines Wiedereinsetzens oder einer Verschärfung der Senkungsbewegungen des Bodens bewußt und der beherzten Devise der Provinz Zeeland »Luctor et Ernergo« stets eingedenk bleiben«[1]).

Wenn auch die Flut- und Ebbeströmungen durch die Vertiefung des Seebodens sicherlich der Küste die gegenwärtige Form gegeben haben, so werden jedoch die Bodenbewegungen auf die Lage der Bänke vor der Küste, sowie möglicherweise die örtlichen Abweichungen in der Senkung und dadurch vermutlich eine andere Zusammensetzung des Bodens auf die Formen der Bänke und Rinnen von Einfluß gewesen sein.

Außer den genannten sind noch andere Unterlagen anzuführen, die noch mehr über den Zustand Aufklärung verschaffen und die Richtung angeben, in

[1]) Vgl. Prof. Molengraaff und van Waterschoot v. d. Gracht, Handbuch der Regionalen Geologie. Niederlande. S. 67.

der die Untersuchungen fortgesetzt und vervollständigt werden können. Dazu gehören nun:

a) Nivellements. Das in den Jahren 1875 bis 1885 ausgeführte Reichsnivellement enthält auch die Höhenlage der Nullpunkte der Pegel und deren Unterschiede mit älteren Nivellements, die nach den Ergebnissen der Pegelbeobachtungen im allgemeinen auf Fehler in den älteren Nivellements zurückzuführen sind, doch bei zu großen Abweichungen auch örtlichen, ungleichen Bodenbewegungen zugeschrieben werden müssen.

b) Der Lauf der Ströme und die Bodenbewegungen. Nach der Lehre der Geologie sind die Niederlande im Nordwesten gesenkt und verlaufen die Hauptfurchen ebenfalls in dieser Richtung fächerartig. Infolgedessen werden die niederländischen Ströme auch somit am meisten in dieser Richtung geströmt und dabei den Furchen gefolgt sein. So folgte früher die Maas der großen Furche von Roermond, der Rhein dem Gelderschen Tal und jetzt folgt die Yssel zum Teil dem Yssel-Tal. Ebenfalls benutzen die Roer, Dommel u. a. Furchen.[1])

Jetzt dagegen laufen die Ströme nicht mehr allein in nordwestlicher Richtung, sondern auch abwechselnd in südwestlicher Richtung, was auf eine Zeit schließen läßt, in der die epirogenetischen Senkungen (d. h. ganze Landstrecken beeinflussende Bodenbewegungen) im SW stärker waren und dadurch die Ströme veranlaßten, ihr Bett nach Westen und Süden zu verlegen. Daß das niedrigere Ablaufen der Ebbe im Südwesten dafür nicht die Ursache gewesen sein kann, vielmehr die größere Senkung im SW zu der Zeit die Hauptursache gewesen sein muß, geht auch daraus hervor, daß die Yssel bei Kampen, der Texel-Strom, die Oostermoer'sche Vaart in Groningen, die Ems und alle Fahrrinnen in den Watten ihre Betten nach Westen verlegten und ihre Mündungen an Stellen erhielten, wo die Ebbe höher abläuft. Diese Verlegung geschah stets mit scharfen Krümmungen nach Westen und Südwesten als Anzeichen dafür, daß die Ströme dabei die Querfurchen benutzten, im allgemeinen aber den Hauptfurchen folgten.

c) Dünen. Über die Entstehungsweise der Dünen sind die Meinungen sehr geteilt. Nach dem ältesten Geologen Dr. Staring lagen die Dünen einige Jahrhunderte vor Beginn unserer Jahreszählung in 6 bis 12 km Abstand von der jetzigen Küste und in Zeeland am weitesten davon entfernt. Nach Dr. Lorié sind die ursprünglichen Dünen auf einem Strandwall entstanden, der an sich durch das Stoßen des mit Sand und Schlick geschwängerten Stromwassers gegen die Gezeitenströmungen entstanden ist, ungefähr bei Calais begann, bis Texel sich erstreckte und später durchbrochen worden ist, u. a. bei Katwyk, Beverwyk und vielleicht auch bei Loosduinen. Jedoch ist der Strandwall nicht mit den gegenwärtigen Dünen identisch, vielmehr im ganzen verschwunden und durch neue Dünen und Strand ersetzt.

Prof. Dubois ist der Meinung, daß der Strandwall sich durch die durch die Meerenge von Calais hin- und herlaufenden Gezeitenströmungen gebildet hat. Unterstützt wird diese Annahme durch die mineralogischen Untersuchungen von Retgers, denen zufolge der holländische Dünensand größtenteils durch archäisches Gestein aus den Felsen im Kanal gebildet ist.

Aus dem senkrechten Bau der Dünen leitet der Geologe v. Baren ab, daß die Bildung nicht ununterbrochen stattgefunden und lange Zeit stillgestanden hat, so daß die Dünen sich mit einer Laubholzvegetation bedeckten (Nord- und Südholland). Die Ursache für die Stillstandsperiode wird in einer Hebung des Bodens und dadurch verursachten Zurückziehung der See gesucht.

---

[1]) Die Geologie unterscheidet in den Niederlanden drei verschiedene Bodenbewegungen:
a) allgemeine epirogenetische Niveauverschiebungen;
b) richtige Faltungsbewegungen (Bildung von Sätteln und Mulden);
c) Verschiebungen, sowohl in horizontaler wie in vertikaler Richtung (Bildung von Horsten oder Rücken und Gräben oder Furchen (Hauptfurchen und Querfurchen).

Unter »epirogenetische« versteht man die große Landstrecken beeinflussenden Bewegungen, während die unter b) in einem Teil von Overysel und die unter c) mehr örtlich sind und überall vorkommen. Durch diese verschiedenen Bewegungen ist es möglich, daß allerlei Kombinationen von Senkung und Hebung entstehen.

Wahrscheinlich ist es, daß eine Bodenhebung oder geringe Senkung mit Dünenbildung gepaart geht. So zeigt sich in Zeeland, wo einige Pegel auf Bodenhebung weisen, Dünenbildung, ebenfalls bei Texel, wo die Senkung nur gering ist, während die Dünen in Holland, wo große Senkung herrscht, mehr und mehr weggeschlagen sind. Dieser Verband geht noch mehr aus den Beobachtungen des belgischen Geologen Rutot hervor, der annimmt, daß die Senkung der belgischen Küste in 1200 und die der niederländischen in Zeeland ungefähr in 1570 zum Stehen gekommen ist. Auch stimmt dies mit der Beobachtung von van Baren, der aus alten Karten den Schluß zieht, daß bei Serooskerke seit 1546 sich eine Düne von 10 km Länge, $^1/_4$ km Breite und 10—20 m Höhe gebildet hat.

Daß bei der Dünenbildung die örtliche Senkung, also Furchen und Querfurchen, eine große Rolle gespielt hat, geht auch aus Bohrungen hervor. Wo an der Binnenseite der Dünen eine größere Senkung zu konstatieren ist, ist zu folgern, daß der Streifen, wo die Dünen sich stehend gehalten haben, sich weniger gesenkt hat, mithin auch die Notwendigkeit der Annahme eines Strandwalles und der Bildung von Dünen in offener See darauf, wie bis jetzt angenommen ist, entfällt. Auch jetzt bilden sich keine Strandwälle mit Dünen in See, aber wohl Dünen gegen ältere Dünen oder Höhen.

Eine Erklärung dafür, daß die Sandbänke vor der Küste sich wohl durch die Seeströmungen umformen, doch so lange stehend halten, ist darin zu suchen, daß sie auf Stellen von geringer Senkung gebildet sind und mehr Widerstand gegen Fortspülen bieten können.

Für die Entstehung der Dünen lassen sich nun auf Grund der Beobachtungen usw. folgende Perioden unterscheiden:

α) Vor dem Durchbruch der Meerenge von Calais. 1. Entstehung von Dünen in einer oder mehreren Perioden während Hebung der Küste, weit seewärts und vermutlich auch landwärts und an die englische Küste anschließend; 2. Entstehung einer Moorschicht in den Dünen, allein denkbar in den Furchen und Querfurchen.

β) Nach dem Durchbruch der Meerenge von Calais, der vermutlich durch eine allgemeine Senkung und somit Abschlag von Dünen und einer Furchenvertiefung u. a., wo jetzt der Tiefwasserkanal gelegen ist, vorbereitet ist: 1. Neue Dünenbildung in einer Periode von Hebung; 2. Abschlag, wie aus den Überbleibseln und aus der Nehallenia bei Domburg und der Brittenburg bei Katwyk hervorgeht; 3. Fortdauernde Abnahme der Dünen von Nord- und Südholland und neue Dünenbildung in Zeeland, alles in Verbindung mit Bodenbeobachtungen.

d) Moore. Die Hochmoore in den Niederlanden sind in den breiten, durch die Urströme verlassenen Tälern entstanden, wodurch eine vollständige Entwässerung eintrat. Nach den Untersuchungen von Dr. Weber, Botaniker an der Moorversuchsstation in Bremen, ist die Aufeinanderfolge der verschiedenen Torfschichten auf derselben Stelle durch die wechselnden Speisungs- und Feuchtigkeitszustände verursacht. Letztere können sehr wohl zum Teil auch der ungleichen Senkung des Bodens zugeschrieben werden, d. i. der Furchenbildung, wodurch die Moore sich auf derselben Stelle bis zu einer Dicke von oft 8 m entwickeln konnten. Jedenfalls aber kann ein ausgedehntes Studium der Moore in Verbindung mit den Senkungserscheinungen auch hier wieder zur näheren Kenntnis der Bodenbewegungen beitragen.

e) Wasserstandsbeobachtungen in Amsterdam. In dem offenen Y sind die Wasserstände von 1700 bis 1860, d. i. bis zum Abschluß bei Schellingwoude, aufgenommen. Von diesen 161 Jahren sind 58 ausgerechnet, nämlich die Jahre: 1700, 1717, 1725, 1749, 1775, 1796 bis 1813, 1825 und 1843 bis 1860. Die Beobachtungen dieser ausgerechneten Jahre zeigen in der graphischen Darstellung sehr regelmäßig verlaufende Linien der höchsten, mittleren und niedrigsten Stände, verdienen somit großes Vertrauen. Es empfiehlt sich, die fehlenden Jahre auch noch auszurechnen, nicht nur wegen der größeren Schwankungen

des Wasserstandes, sondern auch wegen der kleineren, z. B. der Brücknerschen Periode von 35 Jahren.

f) **Grundbohrungen.** Die vielen, zur Anlage von Eisenbahnen, Kanälen, Wegen, Trockenlegungen, Trinkwasserleitungen ausgeführten Bohrungen geben ein wertvolles Material, das noch in sachverständiger Weise gesammelt und geordnet werden muß, um es zur vorliegenden Frage mit Nutzen verwenden zu können. Einzelne herausgenommene Bohrungen deuten bereits auf ungleiche Bodensenkungen. So z. B. ergeben die Bohrungen in Friesland aus dem Vorhandensein des unmittelbar unter der Grundmoräne in Schichten von oft über zehn Meter vorkommenden und daselbst in Seemarschen und Süßwasserseen zur Ablagerung gelangten Klais glazialen Ursprungs, der sich ungefähr in gleicher Höhe in bezug auf den Seespiegel abgelagert hat, eine nach Norden zunehmende Senkung seit dem Entstehen dieses Klais in Übereinstimmung mit den Erscheinungen der allgemeinen Senkung in dieser Richtung, sowie jüngere örtliche, größere Senkungen an denselben Stellen wie die älteren und Durchbrüche der See an Stellen größerer örtlicher Senkungen. Die Bohrungen in Groningen zeigen, daß, je höher der sehr feste, graue und schwarze Klai, der höchstwahrscheinlich diluvialen Ursprungs ist, liegt, desto dünner die Schicht ist, was wiederum größeren Senkungen (Furchen) zuzuschreiben ist, sowie gleichfalls Durchbrüchen der See an denselben Stellen. Die Bohrungen in Nord- und Südholland ergeben viele Abweichungen in Höhenlage und Zusammensetzung der Schichten, was nur durch ungleiche, durch die Pegelbeobachtungen auch jetzt noch bestätigte Bodenbewegungen zu erklären ist. Die Senkung des Bodens nimmt im allgemeinen nach Nordwesten zu und wird bei den Dünen unterbrochen. Das Grunddiluvium ist in Dicke sehr verschieden, doch nimmt es nach Nordwesten nicht regelmäßig zu und ist desto dicker, je niedriger die Oberkante liegt, die ebenso wie die Unterkante, wenn auch in geringerem Maße, gewellt ist, was darauf hinweist, daß während der Ablagerung dieser Formation die Furchen sich vertieft haben. Die allgemeine Senkung wird auch bei den Dünen unterbrochen, wo in einer Tiefe von 50 bis 150 m bereits Wellenformen vorkommen, die unmöglich ihr Entstehen den Gezeitenströmungen aus der Enge von Calais verdanken können, weil diese sicher noch nicht so lange besteht. Alles zusammen spricht für die unter c) entwickelte Meinung, daß das Entstehen der Dünen in engstem Zusammenhang mit den Bodenbewegungen steht.

g) **Verband zwischen den Nivellements und den Rücken.** Bei den Bohrungen haben wir bereits gesehen, daß, wo das Maifeld jetzt höher liegt, auch die Oberfläche der älteren Formationen höher liegt. Dieser Höhenunterschied des Maifeldes kann schon früher entstanden sein, aber auch sich noch stets fortdauernd verschärfen. Berücksichtigt man, daß die Pegel in alten oder noch bestehenden Seegaten, sowie in Petten, Katwyk und Hoek van Holland, große Senkungen anzeigen und die in Brielle, das nach Dr. Lorié auf einem Rücken liegt, selbst eine geringe Hebung ergeben, so ist nach diesen Beobachtungen eine Verschärfung der Rücken nicht zweifelhaft.

Kontrolle der Ergebnisse der Erscheinungen unter a bis g.

Die Übereinstimmung der Erscheinungen für die verschiedenen Teile der Niederlande geht aus folgendem hervor:

1. die Pegel und die Nivellements bei Hoek van Holland und Katwyk zeigen auf eine größere Senkung;
2. die Pegel und die Nivellements bei Amsterdam zeigen auf eine kleinere Senkung;
3. die Nivellements und Grundbohrungen in der großen Furche von Roermond zeigen auf eine größere Senkung;
4. die Nivellements und Moore an der Oostermoersche Vaart beim Winschoterdiep zeigen auf eine größere Senkung;
5. die Dünen, der Pegel und die Bohrungen bei Brielle zeigen auf eine kleinere Senkung;

6. der Pegel, das Nivellement und die Grundbohrung bei Hoorn zeigen auf eine kleinere Senkung;

7. der Rücken und das Nivellement bei Rosendaal zeigen auf eine kleinere Senkung;

8. die Bohrungen in der Middelzee zeigen auf eine größere Senkung usw.

Die unter a bis g genannten Erscheinungen deuten an, daß in den Niederlanden neben allgemeinen Bodenbewegungen noch viele örtliche stattgefunden haben und noch stattfinden. Die Richtung der Hügelreihen, der Ströme, der Moore, der Rinnen in den Watten, der Küsten der Zuiderzee und die Form der Dünen zeigen darauf hin, daß diese Störungen sich mit vielen Unterbrechungen aus den Rücken und Furchen in Belgien, Limburg, Nord-Brabant und Deutschland entwickelt haben können, da sie alle ungefähr eine SO—NW-Richtung angeben, die einigermaßen furchenartig verläuft. Beinahe überall kann man die Formen in den Niederlanden auf zwei Richtungen, nämlich ungefähr SO—NW und SW—NO zurückführen.

Wenn nicht daran zu zweifeln ist, daß die Furchenbildung sich heutigen Tages noch verschärft — sei es auch in säkularen Zeiträumen —, so muß dieses auch an der Oberfläche sichtbar sein, weil diese nun nicht mehr durch Sedimente ganz oder beinahe ganz verwischt wird. Die Rücken in und unter dem Alluvium sind nicht überall gleich breit und können durch Erosion oder durch das von ihnen fließende Regenwasser verkleinert sein.

Versalzung des Grundwassers.

Die Bewegung des Grundwassers ist von der Zusammensetzung, der Lage und der Neigung der verschiedenen Formationen abhängig. Der Salzgehalt des Untergrundes ist sehr verschieden; in Friesland ist eine Salzgrenze, die beweist, daß die Versalzung nicht von dem Abstand von der Küste abhängig ist, sondern von der Bodenbeschaffenheit. Wo in kurzem Abstand voneinander Salz- und Süßwasser angetroffen wird, kann man annehmen, daß das Süßwasser auf den Rücken und das Salzwasser in den Furchen angetroffen wird.

A. von Horn, Wasserbauinspektor a. D.

Der niederländische Atlas zur Ozeanographie und Meteorologie des Indischen Ozeans.[1]

Mit der im September 1914 erfolgten Ausgabe der Beobachtungen für das meteorologische Vierteljahr März, April, Mai ist wieder einmal der große niederländische Atlas der Ozeanographie und Meteorologie des Indischen Ozeans zum Abschluß gelangt, und es ist angebracht, einen Blick auf das Gesamtwerk zu richten.

Das erste Heft der neuen Ausgabe mit Atlas für die Monate September, Oktober, November erschien 1908 und wurde in den »Annalen der Hydrographie« 1911, S. 387 angezeigt; es umfaßt die Beobachtungen der Jahre 1856 bis 1904. Das zweite Heft (Monate Juni, Juli, August) folgte in 1911 und berücksichtigte die Beobachtungen noch bis 1908, das dritte (Monate Dezember, Januar, Februar) kam 1913 heraus und umfaßte das Material bis 1910; das vierte (März, April, Mai) beschloß 1914 die Reihe, und in ihm sind alle Beobachtungen aus dem 57jährigen Zeitraum 1856 bis 1912 verarbeitet. Mehr als 7 Millionen einzelner Beobachtungssätze haben in den Tabellen und dem Atlas Verwendung gefunden! und schon kündigt der Hauptdirektor des Institutes an, daß das 1908 ausgegebene erste Quartal wiederum neuaufgelegt werden soll, um die Beobachtungen bis einschließlich 1913 mithereinzurechnen.

[1]) Kon. Nederlandsch Meteorol. Instituut, Nr. 104: Oceanographische en meteorologische Waarnemingen in den Indischen Oceaan. 4 Hefte Text (Tabellen) und 4 Hefte Atlas: Gesamtpreis fl. 25. Utrecht 1908 bis 1914.

So überaus sorgsam auch der maritime Beobachtungsdienst an Bord der holländischen Schiffe eingerichtet und versehen wird, so konnte er doch nicht alles Material des vorliegenden Werkes liefern; neben einigen französischen und zahlreichen englischen Beobachtungen (besonders über Luftdruck, Luft- und Wassertemperatur) hat deshalb handschriftliches deutsches Material der Seewarte, besonders über Stromversetzungen, das in gegenseitigem Austausch geliefert wurde, mitbenutzt werden können.

Die Darstellung umfaßt den eigentlichen Indischen Ozean und die Gewässer des malaiischen Archipels; schon die Chinasee und die ostasiatischen sowie die ostaustralischen Gewässer liegen außerhalb, während die Seewarte bei ihren letzten zwei größeren Veröffentlichungen, dem »Atlas der Meeresströmungen« (1913) und der 2. Auflage der »Monatskarten für den Indischen Ozean«, aus inneren Gründen, d. h. aus Rücksicht auf deutsche durchgehende Schiffahrtslinien, diese Gewässer mitberücksichtigt hat. Es reichen die holländischen Kartenblätter von 10° O bis 140° O-Lg. und von 20° N bis 50° S-Br.

Von anderen Neuerungen abgesehen, liegt eine wichtige neue Methode bei den Tabellen und den zeichnerischen Abbildungen des Materials in den Stabilitätsberechnungen der Meeres- und Luftströmungen; hiervon ist schon in dieser Zeitschrift 1911 S. 387 die Rede gewesen. Das Verfahren hat seither weitere Verbreitung und Anklang gefunden. Während aber im ersten Quartalshefte und Quartalsatlas die vektoriellen Azimute und Strecken (Generalkurse und Distanzen) dieser zwei Faktoren für 5°-Felder gegeben sind, enthalten die Karten der Meeresströmungen in den seit 1911 veröffentlichten Quartalen diese Werte, zugleich wieder unter Kennzeichnung der Stabilität, für 2°-Felder. Das bedeutet bei der Schärfe mancher Stromgrenzen, z. B. in den Gewässern westlich von der Sunda-Straße, die Möglichkeit einer besseren Absonderung der zusammengehörigen Wasserversetzungen und somit einen erheblichen Fortschritt. In den entsprechenden Windkarten (Allgemeene Luchtbeweging) ist man auch in den drei letzten Quartalsheften bei 5°-Feldern stehengeblieben.

Die jeweils die einzelnen Atlashefte eröffnenden Stromkarten legen einen Vergleich mit dem 1913 erschienenen Stromatlas der Deutschen Seewarte nahe. Ganz streng vergleichbar sind allerdings die in beiden Werken gegebenen »Stromsterne« um deswillen nicht, weil in der niederländischen Darstellung auch Besteckunterschiede von weniger als 6 Sm noch als Strom mitgerechnet worden sind, und daher Stromstillen so gut wie gänzlich fehlen, während in der deutschen Arbeit erst Versetzungen von mehr als 6 Sm auf 24 Stunden als Strom betrachtet wurden, so daß hier verhältnismäßig große Prozentzahlen für Stromstillen in den einzelnen Feldern auftreten. Auch sind die Stärkestufen anders gewählt, im niederländischen Atlas von 6 bis 10 Sm, 11 bis 15 Sm u. s. f., ab 30 Sm von 10 zu 10 Sm, im deutschen Atlas sind die Stufen von $^1/_2$ zu $^1/_2$ kn, also von 7 bis 12 Sm, 13 bis 24 Sm, 25 bis 36 Sm u. s. w. Gleichwohl kann eine überaus befriedigende Übereinstimmung des beiderseitigen Ergebnisses festgestellt werden. In manchen Gegenden, z. B. zwischen Ceylon und der Sunda-Straße, hat der niederländische Atlas noch erheblich mehr Material zur Verfügung gehabt als der deutsche.

Sehr klar und lehrreich sind die niederländischen Karten der Meeresströmungen nach der Stabilitätsrechnung, also die Karten mit nur je 1 Pfeil im Feld, zur Kennzeichnung der »allgemeene waterbeweging aan het zeeoppervlak«. Diese Karten dürften in mancher Hinsicht der in rot gedruckten zweiten deutschen Abbildungsart im genannten Atlas überlegen sein, auch um deswillen, weil die Versetzungen zwischen 0 und 6 Sm systematisch in die Berechnung der Stabilität eingehen, während diese selben Werte im deutschen Atlas als etwas Besonderes (Stromstillen) durch besondere Signatur von den kleinen Pfeilen der Einzelversetzungen abgetrennt sind.

Die Windsterne in den niederländischen Atlasheften geben die prozentische Häufigkeit der Winde nur nach 8 Strichen, die deutschen »Monatskarten für den Indischen Ozean« nach 16 Strichen. Nach des Berichterstatters Eindruck wäre in dem niederländischen Werk ein kleiner Vorteil vermehrter Klarheit

erreicht worden, wenn die von der Seewarte im allgemeinen und vom holländischen Institut auf Wetterkarten befolgte Methode auch hier angenommen wäre, die Fiedern zur Bezeichnung der Windstärke nur jeweils auf einer Seite des Pfeiles und zwar derart anzubringen, daß die Fiedern auf der Seite stehen, wo der niedrigere Luftdruck zu suchen ist, also auf N-Br. links in der Windrichtung, auf S-Br. rechts. Wie aus einer Notiz geschlossen werden kann, wurde in den niederländischen Windkarten die enorme Zahl von rund 1.5 Millionen Windbeobachtungen aus dem Bereiche der indischen Gewässer verrechnet.

Was die Luftdruckverhältnisse betrifft, so sind in dem niederländischen Werk die Zahlenwerte der Tabellen auf die Breite von 45° für Schwere korrigiert, nicht aber die Luftdruckkarten des Atlas. Man muß in dieser Beziehung sehr aufpassen, da die Karten keinen entsprechenden Vermerk tragen, und die Erläuterungen zu den Karten nicht im Atlas selbst, sondern in der Einleitung nur zum ersten Tabellenheft (1908) gegeben und später nicht wiederholt worden sind. Die niederländischen Isobaren sind im Hinblick auf die Benutzung bei der Navigation nicht für Schwere korrigiert. Da der Seemann aber doch seine Ablesungen auf 0° und unter Umständen auch für Seehöhe korrigieren muß, liegt die Frage nahe, ob dann nicht auch die Korrektur für Schwere noch seinerseits angebracht werden kann, indem man ihm eine kleine Tabelle oder ein Diagramm in die Hand gibt, in der alle die drei Faktoren (Temperatur, Schwere, Seehöhe) berücksichtigt sind; in diesem Falle sind Luftdruckkarten mit Schwerekorrektion als Grundlage brauchbar. Dabei ist der Berichterstatter sich bewußt, daß auch die Seewarte bisher in ihren Atlanten der drei Ozeane die Isobaren ohne Schwerekorrektion gezeichnet hat, zuletzt noch 1902 in der 2. Auflage des Atlas des Atlantischen Ozeans. Aber die deutschen Isobarenkarten des Indischen Ozeans von 1908 (Monatskarten), wieder abgedruckt 1910 in den »Annalen der Hydrographie«, sind mit der Schwerekorrektion versehen, und dies Verfahren wird immer mehr sich einbürgern. Vergleichen wir nun auch hier das Ergebnis der beiderseitigen Arbeiten, so stellt sich eine überaus befriedigende Übereinstimmung heraus, sowohl hinsichtlich der Höhe des Luftdruckes als solchem als auch hinsichtlich des Verlaufes der Isobaren, also in ihrer geographischen Anordnung. Im Jahresdurchschnitt beläuft sich der rechnerische Luftdruckunterschied für die Gewässer vor Colombo auf höchstens 0.2 mm, für die bei St. Paul (ebenfalls rund 80° Lg) gar nur auf 0.1 mm zwischen den niederländischen und deutschen Karten. In den mittleren und höheren Breiten des Indischen Ozeans wird man sich für weitere Studien mit Vorteil an die holländische Darstellung halten und zugleich noch die von der deutschen Südpolar-Expedition auf dem »Gauß« veröffentlichten umfangreichen Isobarenkarten zu Rate ziehen. Leider geben die Karten des holländischen Atlas keinen Anschluß an die Druckverhältnisse der umliegenden Festländer.

Es gilt dies auch entsprechend von den Linien gleicher Lufttemperatur, die ebenfalls an den Küsten abbrechen. Die Isothermen der Luft sind meist von 5 zu 5°, die Isothermen der Wasseroberfläche von 2,5 zu 2,5° gezogen. Ein Vergleich mit den in den deutschen Werken vorliegenden Isothermen der Luft läßt stellenweise nicht unerhebliche Unterschiede erkennen; im allgemeinen scheinen die niederländischen Lufttemperaturen besonders in tropischen Breiten etwas höher zu sein als die deutschen, wohl deshalb, weil im niederländischen Atlas ausschließlich die an Bord unmittelbar beobachteten Lufttemperaturen benutzt sind, während die Seewarte nach Köppens Vorgang die Luftisothermen vielfach nach den Wasserisothermen unter Anbringung bestimmter, örtlich sorgsam festgestellter Unterschiede gezogen hat. Die letztgenannte Methode hat für manche Gegenden, z. B. im Bereiche des Agulhas-Stromes, entschiedene Vorzüge: schon der britische, von Toynbee stammende ältere Atlas der Gewässer ums Kap der Guten Hoffnung läßt so, wie die Isothermen der Seewarte, den zweifellos vorhandenen Einfluß der Meeresströmung auch auf die Temperaturverteilung der Luft im einzelnen erkennen, während die niederländischen Daten überraschenderweise nichts oder fast nichts davon aufweisen. Andererseits enthüllt die Benutzung der direkten Lufttemperaturmessungen durch das Institut

de Bilt manche in den Seewartekarten nicht zum Ausdruck kommenden, aber sehr annehmbaren Einzelheiten der Wärmeverteilung in den tropischen Breiten des Indischen Ozeans. Wie groß die Unterschiede manchmal sind, wolle man daraus ersehen, daß z. B. im Juni die mittlere Lufttemperatur von 27.5° auf der östlichen Seite des Ozeans für einen von Süd nach Nord gehenden Beobachter nach dem niederländischen Atlas schon südlich von der Sunda-Straße auf 10° S-Br. erreicht wird, nach den Karten der Seewarte aber erst vor Rangun unter 16° N-Br.

Der Verlauf der Wasserisothermen erbringt, wie dies in dem Material begründet ist, eine ungleich vollkommenere Übereinstimmung der Arbeiten der beiden Institute; hier können wir schon recht gesicherte, ja, vielfach endgültige Ergebnisse feststellen. Daß der niederländische Atlas auch Karten der Sturmbahnen, Eis- und Windgrenzen, der Schiffswege u. a. m. enthält, wurde bereits in der Voranzeige 1911 erwähnt.

Wenn in den vorstehenden Zeilen die Würdigung des nun abgeschlossenen großen Karten- und Tabellenwerkes des Königlich Niederländischen meteorologischen Institutes über die ozeanographischen und meteorologischen Verhältnisse des Indischen Ozeans häufig zu Bezugnahmen auf ähnliche Arbeiten der Seewarte geführt hat, so wird man dies begreiflich finden. Die beiden wissenschaftlichen Institute in de Bilt und Hamburg haben von jeher die nächsten Beziehungen zueinander unterhalten und mehrere Male zur Lösung einer Aufgabe ihre Kräfte unmittelbar vereint. Aber auch wenn, wie im vorliegenden Falle, die angewandten Methoden und Endziele der Arbeit da und dort verschieden sind, ja, gerade dann kommt es zu einem Fortschritt der wissenschaftlichen Erkenntnis und zu neuer Problemstellung. Auch von diesem Gesichtspunkte aus begrüßen wir die große neue Veröffentlichung des niederländischen meteorologischen Instituts. Es liegen nunmehr so viele und brauchbare neuzeitliche Bausteine zu einer naturwissenschaftlichen Beschreibung des Indischen Ozeans vor, daß eine geographische Monographie über das zweitwichtigste Meer der Erde wohl möglich erscheint.

G. Schott.

Prince William Sound, das Tor zum Innern Alaskas, und Seward, der Ausgangspunkt der neuen Alaska-Eisenbahn.

(Nach Bullet. Americ. Geograph. Soc., Decemb. 1915.)

Wirft man einen Blick auf die Karte des Stillen Ozeans, so erkennt man, daß sich nirgends an der ganzen Küste die offenen Wasserflächen so weit nordwärts erstrecken als da, wo sie die südliche Küste von Alaska treffen. Hier dringen diese Wasserflächen in Form einer großen halbmondförmigen Bucht — dem Golf von Alaska — in das Landmassiv des Kontinents ein. Im nördlichsten Teile der Bucht liegt Prince William Sound. Daher bietet dieser Sund von der Seeseite aus alle örtlichen Vorteile als Einfalltor in das Innere Alaskas. Von der Landseite ist die Lage allerdings weniger günstig, da sich schon unmittelbar im Rücken ein 8000 bis 10 000 Fuß (2638 bis 3857 m) hohes Gebirge — die Chugach Mountains — erhebt, während noch weiter zurück die Alaska Range mit ihren schroffen, hohen Felswänden und mächtigen Gipfeln sich rund herum zieht, mit Prince William Sound als Mittelpunkt, und so die Bucht gänzlich vom Hinterland abzuschneiden scheint.

In der Tat wäre diese Barriere unüberwindlich, hätten sich nicht Flüsse ihren Weg durch dieselbe gebahnt. Diese natürlichen Einschnitte bestimmen die Lage zweier Hauptwasserwege in das Innere, der eine über die Copper- und Delta-Flüsse, der andere über Susitna und Nenana.

Der Copper River entspringt mit einem seiner Arme an der südlichen Spitze der Alaska Range, bricht, südwärts fließend, durch die Chugach Mountains und mündet unmittelbar östlich von Prince William Sound in die See. Der Delta River, welcher sich an seiner Quelle beinahe mit dem Hauptarme des Copper

River vereinigt, fließt in nördlicher Richtung durch die ganze Weite der Alaska Range und über das Tanana-Niederland hinaus. Ein Fahrweg für Wagen und eine Militär-Telegraphenleitung folgt diesem Wege, während eine Eisenbahnlinie am südlichen Teile des Flusses entlangführt. Sowohl die Wagenstraße, wie die Eisenbahnlinie beginnen nicht bei der Mündung des Copper River, sondern beim Prince William Sound, um dessen geschützte Häfen mit ihren tiefen Fjorden auszunutzen.

Die von der U. S. Army erbaute und unterhaltene Wagenstraße beginnt bei Valdez, in dem nordöstlichen Ausläufer des Sundes und führt geradeswegs, den 2750 Fuß (838 m) hohen Thomson-Paß benutzend, über die Chugach Mountains. Sie erreicht den Copper River bei Copper Center.



Maßstab = 1:8000000.

Die Eisenbahn führt, von ihrer an der Ostseite des Sundes liegenden Endstation Cordova ausgehend und am Küstenrand der Berge in einer Entfernung von 40 Meilen (engl.) entlanglaufend, östlich, bevor sie den Copper River erreicht. Dieser bildet dann den Aufstieg nach Chitina, der gegenwärtigen Endstation des direkten Weges in das Innere, 133 Meilen (engl.) von Cordova. Die Fortführung dieser Eisenbahnlinie nach Fairbanks am Tanana, der Hauptstadt von Mittel-Alaska (eine Entfernung von 313 Meilen), war von der Alaska Railroad Commission von 1913 empfohlen, aber nach der neuerlichen Wahl der Susitna—Nenana-Route, von welcher weiterhin die Rede sein wird, ist dieser Plan aufgegeben.

Die Susitna—Nenana-Route ist die von der Natur am meisten begünstigte, da auf ihr das die Barriere bildende Bergland die geringste Ausdehnung hat. In ihrem südlichen Teile folgt sie den Susitna-Niederungen, einer durch den Susitna River entwässerten breiten Senkung, welche das nördliche Ende eines großen Beckens — hier über dem Meeresspiegel, weiterhin im Süden überflutet

(Cook Inlet und Shelikof Strait) — bildet, das durch die Aleutian-Alaskan und Kenai-Kodiak-Bergachsen eingeschlossen ist. Die Susitna-Niederungen dringen bis unmittelbar an den Fuß der Alaska Range vor, welche selbst hier von einem ungewöhnlich niedrigen Passe (Broad Paß, 2500 Fuß), der über den Nenana River und so in das Tanana-Flachland führt, überschritten wird.

Der einzige Nachteil, den diese Route hat, ist der, daß das obere Ende vom Cook Inlet während der fünf Wintermonate November bis einschl. April durch Eis für die Schiffahrt geschlossen ist. Um aber den ununterbrochenen Verkehr während des ganzen Jahres sicherzustellen, ist es erforderlich, einen eisfreien Hafen als Ausgangspunkt zu haben. Ein solcher Hafen ist Seward[1]) an der Spitze der Resurrection Bay, einer Bucht an der südöstlichen Küste der Kenai-Halbinsel, aus welchem Grunde schließlich dieser Hafen als Ausgangspunkt der schon über zehn Jahre vollendeten Eisenbahnlinie gewählt wurde.

Die Bahnlinie läuft nördlich von Seward über den Rücken der Kenai-Halbinsel, bis sie bei der Cern Creek-Station (72 Meilen von Seward) den Turnagain-Arm — ein Arm von Cook Inlet — erreicht, während es im ursprünglichen Plane lag, die wichtigen Matanuska-Kohlenfelder zu berühren, immer in der Aussicht auf eine mögliche Erweiterung bis Fairbanks im Inneren.

Im August 1912 wurden gesetzliche Bestimmungen für eine Kommission zur Untersuchung von Eisenbahnlinien in Alaska erlassen. Der durch diese Körperschaft (Alaska Railroad Commission) zu Beginn des Jahres 1913 erstattete Bericht fand die volle Beachtung des Kongresses und führte durch Entscheidung vom 13. März 1914 zur gesetzlichen Ermächtigung des Baues einer Eisenbahnlinie von der Seeseite des Stillen Ozeans nach schiffbaren Gewässern im Innern des Landes. Die Wahl der Route wurde dem Präsidenten überlassen, welcher sich für eine Verbindungslinie zwischen Seward und Fairbanks, entlang dem Susitna- und Nenana River, entschied. Im Mai wurde eine neue Kommission ernannt, welche die Vorarbeiten in Angriff nehmen sollte und auch sofort eingehende Vermessungen für die Linienführung der Bahn vornahm. Die schon bestehende 72 Meilen lange Strecke von Seward bis Turnagain-Arm wurde von der Regierung durch Kauf übernommen. Der noch zu erbauende Teil von Turnagain-Arm bis Fairbanks wurde von der Alaska Railroad Commission auf 391 Meilen angegeben.

Da Seward, in Rücksicht auf seine schon bestehende Bahnverbindung, der gegebene Ausgangspunkt für die Regierungseisenbahn zu sein scheint, mag es überflüssig erscheinen, darauf hinzuweisen, daß es einen anderen Zugangsweg zur Susitna—Nenana-Linie gibt, welcher eine direkte Verbindung mit dem Prince William Sound herstellen würde.

An ihrer Basis ist die Kenai-Halbinsel, zwischen dem Turnagain-Arm an der Cook Inlet-Seite und dem Passage-Kanal, einem Zugang zum Prince William Sound, zu einer nur 10 Meilen breiten Landenge eingezwängt. Erst kürzlich vorgenommene Vermessungen der U. S. Geological Survey und der U. S. Coast and Geodetic Survey ergaben, daß dies einen sehr brauchbaren Weg für eine Eisenbahnlinie abgeben würde, der auf seinem westlichen Ende sechs Meilen und auf seinem östlichen eine Meile aus einem offenen Tal bestände.

Die übrigbleibenden drei Meilen sind durch einen Gletscher und einen Felsgrat gesperrt, welche Schwierigkeit jedoch durch einen Tunnel von zwei Meilen Länge und einen anderen Tunnel oder Durchstich von einer halben Meile überwunden werden könnte. Die Lotungen im Passage-Kanal ergaben, daß er einen tiefen Fjord darstellt, der für die Schiffahrt in gleicher Weise geeignet ist wie die anderen Arme des Prince William Sound. Dieser kürzere Weg würde den Vorteil haben, nicht mit der etwas starken Steigung zwischen Seward und Turnagain-Arm rechnen zu müssen, wo Höhen von 700 und 1065 Fuß zu überwinden sind.

Die wirtschaftlich wertvollen Naturschätze, für welche diese Linien einen Abfluß eröffnen, gehören zu den bedeutendsten des Landes. Ungefähr 30 Meilen

[1]) Über Seward, seine Bedeutung und Umgebung siehe den zweiten Abschnitt.

östlich der Mündung des Copper River und eine kurze Strecke binnenlands liegt das Bering River-Kohlenfeld, dasjenige der beiden Alaska-Kohlenfelder, welches den größten Bestand an hochwertiger Kohle aufweist. Die ausgemessenen Teile dieses Feldes umfassen etwa 22 Quadratmeilen mit Anthrazitkohle und 28 Quadratmeilen mit halbbituminöser und Halbanthrazitkohle. Der größte Teil dieser Lager ist bisher gänzlich unberührt geblieben, da es an Abfuhrmöglichkeiten mangelt. Eine Ausfuhr über See ist bei dem ungeschützten oder zu flachen Charakter der einzigen in Betracht kommenden Häfen Katalla und Controller Bay nur sehr schwer zu erreichen.

Die Alaska Railroad Commission hat den Bau einer Zweiglinie der Copper River-Bahn empfohlen, welche dieses wichtige Gebiet berühren und gleichzeitig die vor einigen Jahren bei Katalla entdeckten Petroleumfelder erschließen soll.

Ungefähr 100 Meilen oberhalb seiner Mündung nimmt der Copper River einen von Osten kommenden großen Nebenfluß, den Chitina, auf. Ein bedeutender, über 100 Meilen langer und 5 bis 10 Meilen breiter Kupfererzgürtel liegt in dessen Tal. Seit dem Jahre 1911 ist dieses Gebiet durch eine Eisenbahn zugänglich gemacht, die von der Hauptlinie bei Chitina abzweigt und das Tal 65 Meilen bis Kennicott hinaufsteigt. Hier liegt die Bonanza-Mine, welche monatlich für 1 Million Dollar Kupfer fördert und verschifft. Unmittelbar angrenzend liegt auch der Nizina Gold Placer-Distrikt. Durch Weiterführung dieser Zweigbahn nach Osten über den Skolai-Paß könnte im Quellgebiet des White River ein anderes Kupfer führendes Gebiet von großer Bedeutung erschlossen werden.

Beim Erreichen des Tanana tritt die Copper Delta River-Bahn in eins der wichtigsten Ackerbaugebiete des Landes. Allein im Tanana-Tal, unterhalb des Delta River, befinden sich nach einem kürzlich erstatteten Gutachten 4 500 000 Acres pflügbares Land, von denen sich zur Zeit nur einige Hundert unter Kultur befinden. Da das Pflanzenwachstum jahreszeitlich nur sehr kurz ist (90 bis 120 Tage), kann die aus der hohen Breite resultierende Länge des Tageslichtes als zum Teil kompensierender Faktor betrachtet werden. Die hauptsächlichsten Erzeugnisse sind in erster Linie Kartoffeln, dann andere harte Gemüsearten; auch eignet sich das Gras gut zum Verfüttern. Obgleich Getreide bisher nicht in größeren Mengen angebaut ist, steht doch fest, daß dasselbe ausreift. Wenn auch nicht erwartet werden kann, daß das Land diese Produkte für den Export erzeugen wird, wenigstens nicht unter den zur Zeit herrschenden Bedingungen, ist doch alle Aussicht vorhanden, daß es das Versorgungszentrum für den lokalen Markt werden wird.

Im Jahre 1910 hatte das Land eine Bevölkerung von über 4000 Köpfen, welche sich hauptsächlich in dem Fairbanks Gold-Distrikt konzentriert. Seit der Entdeckung dieser Goldfelder im Jahre 1902 haben dieselben für 153 Millionen Dollar Gold gefördert. Der Wert der Goldausfuhr betrug im Jahre 1912 ungefähr 4 300 000 Dollar, im Jahre 1914 über 2 700 000 Dollar.

Die Bodenschätze, die die Susitna—Nena-Linie erschließt, sind von nicht geringerer Bedeutung. Längs dem die obere Fortsetzung des Knik-Arms bildenden Tale, das sich ungefähr 50 oder 60 Meilen von einem Punkte 25 Meilen oberhalb der Spitze seines Zuganges erstreckt, liegt das Matanuska-Kohlenbecken. Dieses und das schon vorher besprochene Bering River-Feld sind die wichtigsten Kohle bergende Gebiete Alaskas. In dem aufgemessenen Teile dieses Feldes wird das abbaufähige Gebiet auf 74 Quadratmeilen geschätzt. Die Güte der Kohle ist verschieden; sie wechselt zwischen einer braunkohleartigen bis bituminösen und Anthrazitkohle. Die bituminöse ist jedoch die vorherrschende.

Das Matanuska-Kohlenrevier kann am besten durch eine von der Spitze des Knik-Arms ausgehende Zweiglinie der Seward-Fairbanks-Eisenbahn erreicht werden.

Jenseits der Alaska Range, an ihrem äußeren Abhange, liegt das Nenana-Kohlenfeld. Obgleich es das größte zur Zeit bekannte Feld Alaskas ist (150 Quadratmeilen), ist noch kein Versuch gemacht worden, dasselbe auszubeuten, da es an Transportmitteln fehlt. Die Kohle hat einen braunkohleartigen Charakter; immerhin könnte sie, da das Feld nördlich der Alaska Range liegt, nach Fair-

banks befördert werden, um dort im Verein mit der besseren Kohle des Matanuska-Reviers den lokalen Bedürfnissen zu dienen.

Mit dem Susitna-Flachland erschließt die Susitna—Nenana-Linie ein Gebiet, welches das vornehmste landwirtschaftliche ganz Alaskas zu werden verspricht. Schätzungsweise können 2000 Quadratmeilen für den Ackerbau nutzbar gemacht werden. Kartoffeln und Futtermittel wurden schon mit gutem Erfolg angebaut, und voraussichtlich werden hier die schon in der Tanena-Niederung kultivierten Feldfrüchte besser gedeihen, da mit einer längeren Periode des Wachstums zu rechnen ist. Der größte Teil des Gebietes ist bewaldet; durch Fällen und Roden zur Urbarmachung des Landes würden große Quantitäten an Nutzholz gewonnen werden, wobei natürlich Sorge zu tragen ist, daß ein genügender Bestand für die lokalen Bedürfnisse verbleibt.

Jedoch nicht allein das Hinterland des Prince William Sound ist von großer ökonomischer Bedeutung, sondern auch die unmittelbare Umgebung. Die beiden wichtigsten Industrien sind die Erzeugnisse der Minen und die Fischerei. Das Hauptmineral ist das Kupfer; aber auch einiges Gold wird gefunden. In den Jahren 1913 und 1914 betrug der Wert der Produktion dieses Distrikts 1328000 und 1200000 Dollar. 1914 förderte eine Mine auf Latouche Island, im westlichen Teile des Sundes, 4500 Tons Kupfererz monatlich. Latouche Island und das im Norden angrenzende Knight Island sowie die Ostküste des Sundes sind die hauptsächlichsten Mineralien bergenden Gebiete. Das Ellamar-Gebiet, an der nordöstlichen Küste, fördert das meiste Kupfer.

Der wichtigste der hier gefangenen Fische ist der Lachs. Die hauptsächlichsten Fischgründe befinden sich seewärts vom Mündungsgebiet des Copper River. In Orca, nahe bei Cordova, ist eine Fischkonservenfabrik errichtet, welche im Jahre durchschnittlich 50000 Kisten Konserven fertigstellt und verschifft.

Diese Industrien und Handelsmöglichkeiten haben die Ansiedelung einer ziemlich bedeutenden Bevölkerung im Küstengebiete des Sundes zur Folge gehabt. Die beiden Hauptstädte sind Cordova und Valdez. Cordova hatte im Jahre 1910 eine Bevölkerung von 1200 Köpfen, Valdez, einschließlich der militärischen Besatzung, eine solche von 1500 Köpfen. In beiden Städten befinden sich Hotels, Warenhäuser, eine Bank, Schulen, Kirchen, Telephon, elektrische Beleuchtung, täglich erscheinende Zeitungen, Feuerwehr u. s. w., so daß sie durchaus den Eindruck des Wachsens und Gedeihens machen. Andere Ansiedlungen sind Orca — in der Nähe von Cordova —, Land Lock und Ellamar an der Ostseite des Sundes. Seward, die Ausgangsstation der Susitna-Nenana-Eisenbahnlinie nach dem Westen, hatte 1910 500 Einwohner.

Die Wichtigkeit des Prince William Sound als Einfallstors in das Innere Alaskas hat ihm vorzügliche Verbindungen mit der Außenwelt verschafft. Der meiste Handel geht nach Puget Sound; aber auch der Verkehr mit San Francisco ist beachtenswert; durch Kabel wie auch durch regelmäßige Dampferverbindung besteht direkter Verkehr mit Seattle. Von den beiden Dampfergesellschaften, welche den Verkehr vermitteln, läßt die eine ihre Dampfer jeden sechsten Tag, die andere dreimal im Monat von Seattle laufen. Diese Dampfer sind bei etwa 300 Fuß Länge 3000 Brutto-Registertons groß. Die Entfernung von Cordova bis Seattle beträgt 1766 Sm, die Reisedauer fünf Tage.

Die natürliche Gestaltung des Sundes macht ihn zu einem idealen Schiffahrtshafen. Die Südabhänge der Chugach Mountains, in welche die See eindringt, bilden eine große Zahl von Fjorden, Buchten und Zugängen, deren tiefes Wasser und sehr geschützte Lage der Schiffahrt guten und sicheren Ankerplatz bieten. Valdez liegt an der Spitze eines Fjordes, Cordova an einer Bucht der Küste, geschützt durch eine vorgelagerte Insel.

Die zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten des Prince William Sound sind augenscheinlich, und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die neue Ära des Eisenbahnbaues bedeutend zu seiner weiteren vollen Entwicklung beitragen wird.

Seward.

Die Wahl der Susitna-Nenana-Route für die von der Regierung zu erbauende Eisenbahn eröffnet für Seward neue Möglichkeiten der Entwicklung. Die wirtschaftliche Bedeutung dieser Bahnlinie, deren Ausgangspunkt Seward ist, wurde in dem vorhergehenden Abschnitt bereits eingehend behandelt. Es wird sich daher lohnen, in nachstehendem einige Worte über die Stadt selbst, deren Umgebung und über ihre wirtschaftliche Bedeutung zu sagen.

Seward liegt in der nördlichen Spitze der Resurrection Bay, einer jener tiefen, für die Südostküste der Kenai-Halbinsel charakteristischen Buchten. Die Stadt liegt auf einer Bank an der westlichen Seite der Bucht, am Fuße eines steilen Hügels. Sie ist mit allen Bequemlichkeiten der Neuzeit ausgestattet, hat gutes, von einem kleinen Bergfluß stammendes Wasser und ein Elektrizitätswerk. Für eine Ausdehnung nach Norden, entlang der bewaldeten Ebene, welche die obere Fortsetzung der Bucht bildet, ist Platz genug vorhanden. Die seichte Schlammebene am Ende der Bucht läßt sich durch geeignete Behandlung leicht zu kommerziellen Zwecken ausnutzen.

In der ganzen Bucht sind die Tiefen sehr groß (100 bis 200 Faden). Die hierdurch bedingte Unmöglichkeit zu ankern, ist der einzige, tatsächlich in Betracht kommende Mangel. Immerhin befindet sich ein befriedigender Ankerplatz von einer halben Quadratmeile Ausdehnung bei Sunnay Cove, gerade innerhalb der Einfahrt in die Resurrection Bay. Die Bucht ist stets eisfrei, und dies ist, im Verein mit der nach Cook Inlet führenden natürlichen Bodensenkung, der Grund, sie zum Ausgang der Susitna-Nenana-Bahnlinie zu machen, während Cook Inlet, der eigentlich von Natur gegebene Ausgangspunkt, im Winter durch Eis geschlossen ist.

Die vom Turnagain-Arm kommende Eisenbahn läuft dicht an der Küste durch die Stadt und endet an einem sich nach außen erstreckenden Hafenbecken, welches 25 Fuß (6.6 m) Wassertiefe bei Niedrigwasser aufweist.

Zur Zeit wird die Verbindung von Seward mit Puget Sound durch zwei Dampferlinien hergestellt. Im Sommer 1913 trafen wöchentlich zwei Dampfer ein. Die Entfernung zwischen Seward und Seattle beträgt 1790 Sm. Die bessere Zugänglichkeit, welche die Fertigstellung der neuen Bahnlinie Alaska im allgemeinen und den Fairbanks im besonderen bringen wird, wird am besten durch einen Vergleich dieses neuen Weges mit den drei bisher bestehenden illustriert.

Mindestens zwei Wochen, meist jedoch drei, waren zur Zurücklegung des 2670 Meilen (engl.) langen Weges über den White Paß und den oberen Yukon erforderlich. Für den 3800 Meilen langen Wasserweg über St. Michaels und den unteren Yukon aufwärts wurden 20 bis 24 Tage gebraucht. Der 1845 Meilen betragende Weg über Cordova (von Cordova bis Chitina mit der Eisenbahn, von Chitina bis Fairbanks mit Wagen oder Schlitten) erforderte mindestens 15 Tage. Mit Hilfe der Seward-Fairbanks-Eisenbahn läßt sich die 1883 Meilen weite Reise in nur sechs Tagen zurücklegen.

Seward besitzt auch in seiner unmittelbaren Umgebung wertvolle Hilfsquellen. Es ist der Schlüssel zur Kenai-Halbinsel, einem Gebiet von bedeutenden Naturschätzen. Die Topographie der Halbinsel teilt sie in zwei scharf unterschiedene Teile, nämlich in ein gebirgiges Felsgebiet im Osten und in ein allmählich abfallendes Niederland im Westen. Die Wasserläufe in dem gebirgigen Teile, mit ihrem steilen Gefälle, Wasserfällen u. s. w. bergen einen Überfluß an Wasserkraft für alle möglichen örtlichen Bedürfnisse, die auch schon in der hauptsächlichsten Industrie der Halbinsel, den Goldminen, die auf den gebirgigen Teil beschränkt sind, ausgenutzt wird.

Die Täler sind bis zu einer Höhe von 1200 bis 1500 Fuß über dem Meeresspiegel stark bewaldet. Sehr reichlich vorhanden ist die Fichte (Rottanne), welche jedenfalls das wertvollste Handelsmaterial darstellt. Im Unterland findet sich wenig charakteristischer Pflanzenwuchs, meist zerstreutes Gehölz mit offenen Grasflächen. Heu wird zum Verfüttern benutzt, Gemüse für den Bedarf in Seward und anderen günstig gelegenen Orten angebaut.

Wild ist im Überfluß vorhanden. Tatsächlich ist die Kenai-Halbinsel als eines der wenigen Großwildreviere beschrieben worden, welches leichte Zugänglich- und Erreichbarkeit mit Mannigfaltigkeit der Gattungen vereint. Die hauptsächlichsten Hochwildarten sind Elch, Bergschaf und der schwarze und braune Bär. Die Seen und Wasserläufe im bergigen Osten wimmeln von Forellen. Lachs wird an der Küste des Cook Inlet gefangen, wo zahlreiche Fischkonservenfabriken in Betrieb sind. Bt.

Die Häfen der britischen Kolonie Neufundland.

(Amtlich)

[Fortsetzung.]

3. Häfen am südlichen Teile der Ostküste Neufundlands.

Trinity-Bucht.

Dieselben Quellen und Karten wie für die Bird-Eiland-Bucht S. 113. Außerdem Amerik.Krt. Nr. 583, Trinity Harbors and Bays to English Head, Deer and St. Jones Harbors, Round Harbor; Brit. Adm-Krt. Nr. 3306, Smith and Random Sounds Eastern Part: Nr. 227, Deer and St. Jones Harbours, Round Harbour; Nr. 2649, Bull Arm; Nr. 619, Harbours on East Coast of Trinity Bay: Hearts Content and New Perlican, Old Perlican.

Die **Trinity-Bucht** erstreckt sich von ihrer Einfahrt, die zwischen Horse Chops und der Grates-Huk liegt und 15 Sm breit ist, 50 Sm weit in südsüdwestlicher Richtung. Zahlreiche gute Ankerplätze liegen an beiden Seiten der Bucht. Die geographische Lage der Grates-Huk ist nach der Karte 48° 10′ N-Br. und 52° 56.3′ W-Lg. Die Mißweisung für das Jahr 1915 beträgt etwa 30° W, ihre jährliche Abnahme ungefähr 4′.

Landmarken. Die South-Huk, etwa $2^1/_2$ Sm südlich von Green-Eiland, ist eine keilförmige Huk von 40 m (130′) Höhe und fällt an ihrer Ostseite unter Wasser steil ab. Die Low-Huk, 4 Sm südwestlich von der South-Huk, ist rauh und abschüssig. Die Küste zwischen den beiden Huken besteht aus einer Reihe niedriger Abhänge, hinter denen Tafelland liegt. Landeinwärts ist eine lange Hügelkette von etwa 183 m (600′) Höhe, die im Südwesten mit der Norther-Huk, einem steilen, auffallenden Abhang von 177 m (580′) Höhe, abschließt. Horse Chops, $5^1/_4$ Sm südwestlich von der Low-Huk, ist ein überhängender Felsen und der Ausläufer eines 81 m (265′) hohen, sattelförmigen Hügels. Eine platte, 1.8 m (6′) hohe Klippe liegt davor.

An- und Einsteuerung. Ungefähr $1^1/_2$ Sm südlich von Green-Eiland vor dem Ragged-Hafen liegen die Ragged-Inseln, Klippen von 12 m (40′) Höhe, von denen aus sich blinde Klippen nach allen Richtungen hin erstrecken. Die Morris-Klippe ist die nordöstlichste davon. Sie liegt beinahe 1 Sm südsüdöstlich vom Leuchtturm auf Green-Eiland und hat auf ihrer flachsten Stelle 6.7 m (22′) Wasser über sich. Man bleibt nordöstlich von dieser Klippe, wenn man die Burnt-Huk an der Südseite der Einfahrt zum Catalina-Hafen in der Richtung rw. 315° (mw. NzW$^3/_8$W) nordöstlich frei hält von Green-Eiland, und man bleibt südöstlich von der Klippe, wenn man die Doughfig-Huk, die etwas nordöstlich von der Low-Huk liegt, in der Richtung rw. 217° (mw. WSW) gut südöstlich frei hält von der South-Huk.

Vor der Low-Huk liegen vereinzelte Felsen und etwa 1 Kblg davon eine blinde Klippe mit 1.8 m (6′) Wasser darüber. Auch die ganze Küste zwischen der South-Huk und Horse Chops ist unrein, und man darf an sie nicht näher als auf $^1/_2$ Sm heranlaufen. Man bleibt östlich von den Untiefen zwischen der South-Huk und Horse Chops, wenn man den Leuchtturm auf Green-Eiland in der Richtung rw. 8° (mw. NO$^5/_8$N) östlich frei hält von der South-Huk, und man bleibt südöstlich von den Untiefen, wenn man die Bonaventure-Huk, die etwa 8 Sm westsüdwestlich von Horse Chops liegt, in der Richtung rw. 240° (mw. W) südöstlich frei hält von Horse Chops.

Vorsicht. An der Nordwestseite der Trinity-Bucht setzt nach östlichen Winden starker Strom einwärts, auch ist an dieser Seite der Bucht Nebel häufiger als an der gegenüberliegenden.

Eis. Die Trinity-Bucht friert nicht zu, jedoch ist im Dezember Feldeis darin angetroffen worden, das sich vor der Einfahrt noch bis zum Mai gehalten hat. Eisberge treiben schon Ende Mai in die Bucht, verschwinden aber bei günstigen Windverhältnissen schon Ende Juni. Manchmal trifft man jedoch auch noch Ende August einige Eisberge, die dann gewöhnlich auf Grund sitzen.

Salmon-Bucht,

ein guter Platz zum Fischen, liegt nordwestlich von der English-Huk, die 3 Sm westnordwestlich von Horse Chops ist. Die Ufer der Bucht sind steil, eine Kirche steht am Ostufer.

Die Fox-Klippe, südwestlich von der Fox-Huk, hat 4.6 m (15′) Wasser über sich.

Robinhood-Bucht,

von der Salmon-Bucht durch eine Halbinsel getrennt, wird von Fischerfahrzeugen häufig aufgesucht, die auf 13 m bis 31 m (7 bis 17 Fad.) Wasser ankern. Die Sherwink-Klippen an der Westseite der Einfahrt sind 12 m (40′) hoch.

Trinity-Hafen,

westlich von der Robinhood-Bucht, soll einer der besten und größten Häfen Neufundlands sein. Er ist von 61 m (200′) bis 116 m (380′) hohen Hügeln umgeben und wird durch eine unregelmäßige, felsige Halbinsel, die in dem Hügel Rider zu 116 m (380′) Höhe ansteigt, in den Northwest- und den Southwest-Arm geteilt, in denen wiederum verschiedene kleine Buchten liegen.

Einsteuerung. Die Einfahrt liegt zwischen der Sherwink-Huk im Osten und der gegenüberliegenden Halbinsel, die in der Fort-Huk endet. $^1/_4$ Sm innerhalb der Sherwink-Huk erstrecken sich die Herring-Klippen $^1/_2$ Kblg weit von der Küste. Die Mussel-Klippe mit 2.4 m (8′) Wasser darüber liegt rw. 318° (mw. NzW$^1/_8$W) 1 Kblg von Admirals-Eiland, das $^1/_2$ Kblg nördlich von der Fort-Huk 6.1 m (20′) aus dem Wasser ragt. Eine Untiefe erstreckt sich von der Küste westlich vom Leuchtturm etwa 1$^1/_2$ Kblg weit nach Nordwesten.

Beim Einlaufen halte man die Mitte des Fahrwassers, das an der engsten Stelle etwa 2 Kblg breit ist. Von der Mussel-Klippe, die an entfärbtem Wasser zu erkennen ist, halte man angemessenen Abstand und ankere den Umständen entsprechend.

Eis. Trinity-Hafen friert gegen Ende Januar zu und bleibt zuweilen bis gegen Ende April mit etwa 0.4 m (1$^1/_2$′) dickem Eis geschlossen. Feldeis erscheint gegen den 19. April und verschwindet wieder gegen den 29. April. Die ersten Schiffe kommen am 5. März, die letzten Schiffe verlassen den Hafen am 21. Januar. Südwind macht den Hafen so weit frei, daß Schiffe 24 Stunden lang einlaufen können. Zwischen Horse Chops und der Sherwink-Huk bildet das Eis oft eine gerade Linie, und von südöstlichen Winden wird es auch eine Zeitlang in der Bucht vor dem Trinity-Hafen festgehalten; nördliche und nordwestliche Winde treiben es weg.

Leuchtfeuer. Siehe »Leuchtfeuer aller Meere« 1914, Heft V, Titel VI.

Tiden. Die Hafenzeit für den Trinity-Hafen ist 7^h 10^{min}, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.2 m (4′), die Nipphochwasserhöhe 0.6 m (2′).

Die **Stadt** ist auf dem niedrigen Teil der Halbinsel erbaut, die den Northwest-Arm vom Southwest-Arm trennt, sie hat etwa 2000 Einwohner.

Mehrere Ladebrücken sind vorhanden.

Die **Dampfer** von Clarenville kommen im Sommer und Herbst wöchentlich einmal nach dem Trinity-Hafen.

Schiffsausrüstung ist zu bekommen.

Smith-Sund.

Die Einfahrt in den Smith-Sund liegt zwischen der Bonaventure-Huk im Norden und den Ragged-Inseln im Süden. Der Sund ist $^{1}/_{2}$ Sm bis $1^{1}/_{4}$ Sm breit und von der Bonaventure-Huk bis zu seinem innersten Ende 26 Sm lang. Hier trennt ihn eine Barre vom Northwest-Arm des Random-Sundes. Im unteren Teil des Smith-Sundes ist tiefes Wasser, und seine Ufer sind so steil, daß nur die kleinen Häfen nahe bei der Einfahrt als Ankerplätze empfohlen werden können.

Die Bonaventure-Huk ist ein steiler Küstenabhang von 164 m (537′) Höhe, vor dessen Südseite mehrere schroffe Klippen liegen. Die Ragged-Inseln sind 35 m (115′) hoch und kahl, die Ragged-Klippe liegt vom Ostende der Inseln rw. 17° (mw. NO$^{1}/_{8}$O) $^{1}/_{2}$ Sm entfernt und ragt bei Niedrigwasser 0,6 m (2′) aus dem Wasser. Man bleibt östlich von dieser Klippe, wenn man die Kirche von New Bonaventure in der Richtung rw. 352° (mw. NNO) mit dem Ostende der Ragged-Inseln in Linie hält; man bleibt westlich von der Klippe, wenn man die Wolf-Huk in der Richtung rw. 330° (mw. N) mit dem Westende der Ragged-Inseln in Linie hält.

Thoroughfare heißt die Durchfahrt, die zwischen Irelands Eye- und Random-Eiland in den Smith-Sund führt. Sie ist $1^{1}/_{2}$ Sm lang.

Irelands Eye-Eiland liegt westsüdwestlich von den Ragged-Inseln und zeigt mehrere bemerkenswerte Hügel, von denen der höchste fast mitten auf dem Eiland zu 134 m (400′) Höhe ansteigt; die Ufer des Eilands sind überall steil und felsig. Etwa $^{1}/_{4}$ Sm östlich von der Einfahrt in den Irelands Eye-Hafen, an der Ostseite des Eilands liegt das $4^{1}/_{2}$ Kblg breite, in südlicher Richtung etwa 6 Kblg lange und 63 m (208′) hohe Anthony-Eiland, und etwas mehr als 1 Sm ostsüdöstlich von diesem liegt das 37 m (121′) hohe Green-Eiland mit einem platten Gipfel. 2.7 Sm südwestlich von Green-Eiland steigt das nach Osten schräg abfallende Duck-Eiland zu 42 m (139′) Höhe an. Es wird durch ein Tal, das das Eiland in seiner Längsrichtung durchzieht, in zwei Gipfel getrennt. Die nordnordöstlich davon liegenden Shag-Inselchen sind 9.4 m (31′) hoch und rundumzu steil. Random-Eiland erreicht im Ginpicker-Hügel 257 m (843′) Höhe. Thoroughfare-Klippe ist das östlichste Inselchen an der Südeinfahrt nach Thoroughfare. Es ist 3.3 m (11′) hoch, und eine $^{1}/_{2}$ Kblg breite Durchfahrt mit 15 m (8 Fad.) Wasser führt zwischen ihm und der Südwesthuk von Irelands Eye-Eiland durch. Die Indian-Inseln liegen an der Nordausfahrt von Thoroughfare, weniger als $^{1}/_{4}$ Sm westlich vom nordwestlichen Teil von Irelands Eye-Eiland; das äußerste und größte Indian Inselchen ist 44 m (145′) hoch. Die Indian-Klippe liegt ungefähr rw. 231° (mw. W$^{3}/_{4}$S) 2 Kblg vom Nordende der größten Indian-Insel und fällt 0.9 m (3′) trocken. Sie ist die einzige Klippe in Thoroughfare, die nicht immer über Wasser liegt. Haydon-Eiland liegt 6 Kblg östlich von der Haydon-Huk, dem Nordostende von Random-Eiland. Klippen erstrecken sich $^{1}/_{4}$ Sm weit südwestlich, und eine 8.2 m ($4^{1}/_{2}$ Fad.)-Stelle liegt rw. 53° (mw. O$^{5}/_{8}$N) $1^{1}/_{4}$ Kblg von Haydon-Eiland.

Steuert man von Süden her in die Thoroughfare-Durchfahrt hinein, so halte man nach Passieren der Thoroughfare-Klippe diese in der ungefähren Richtung rw. 143° (mw. S$^{5}/_{8}$O) mit der Nordhuk von Duck-Eiland achteraus in Linie, wodurch man westlich von der Indian-Klippe am Nordausgang der Durchfahrt bleibt. Kommt die Bonaventure-Huk in der Richtung rw. 59° (mw. O$^{1}/_{8}$N) nördlich frei von der Irelands Eye-Huk, einem steilen Felsen am Nordostende von Irelands Eye-Eiland, so steht man nördlich von der Indian-Klippe und kann nach Belieben in den Smith-Sund hineinsteuern.

Eis. Der Smith-Sund friert in strengen Wintern etwa um den 10. Februar zu und taut zwischen dem 10. und 20. April wieder auf.

Tiden. Die Hafenzeit für den Smith-Sund ist $7^{h}\ 8^{min}$, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.1 m ($3^{1}/_{2}$′), die Nipphochwasserhöhe 0.7 m ($2^{1}/_{4}$′).

Old Bonaventure-Hafen, eine kleine Bucht an der Nordseite des Smith-Sundes, liegt westlich von der Bonaventure-Huk und schneidet in nördlicher Richtung etwa 1 Sm weit in das Land ein. An der Westseite der Einfahrt ist die kleine abgeplattete und unzugängliche Insel Maiden, von der sich einzelne

Klippen etwa $^{1}/_{2}$ Kblg weit in südlicher Richtung erstrecken. Kleine Schiffe finden in der Bucht nördlich von zwei kleinen Inseln, von denen die westliche 6.1 m (20′), die östliche 3.0 m (10′) hoch ist, auf einem etwa 2 Kblg breiten Raum Ankerplatz auf 11 m bis 13 m (6 bis 7 Fad.) Wasser über Schlick. Die Fahrrinnen zwischen den Inseln sind $^{1}/_{2}$ Kblg breit, die westliche ist 7.3 m (4 Fad.), die mittlere 16.5 m (9 Fad.), die östliche 11 m (6 Fad.) tief.

Die kleine Cat-Bucht nördlich von der Insel Maiden eignet sich nicht als Ankerplatz.

New Bonaventure-Hafen, westlich von Old Bonaventure, ist nach Süden offen und für die Schiffahrt nicht immer sicher. In seinem innersten Ende, $1^{1}/_{2}$ Kblg von der Küste, liegt eine 5.5 m (3 Fad.)-Stelle. Der Ort New Bonaventure im innersten Ende der Bucht, am Ostufer, hat eine auffällige Kirche auf einem hervorragenden Platze.

Eis bildet sich im Hafen nicht so früh und bleibt auch nicht so lange wie in Old Bonaventure.

Broad-Bucht, eben westlich von New Bonaventure, ist eine kleine, nach Süden offene Bucht. In der Einfahrt liegen die Broad-Bucht-Klippen, die 0.6 m (2′) trocken fallen. Hält man die Kirche von New Bonaventure etwas nördlicher als 25° (mw. NO$^{7}/_{8}$O), gut frei von der Huk gegenüber dem Orte New Bonaventure, so bleibt man östlich von den Klippen.

Kerley-Hafen, eine in nördlicher Richtung $^{1}/_{2}$ Sm lange und 1 Kblg breite Förde, bietet guten Ankerplatz; der Raum ist aber beschränkt. In der Einfahrt sind 42 m (23 Fad.) Wasser, nach innen wird es allmählich flacher.

British-Hafen, südwestlich von Kerley-Hafen, schneidet in nördlicher Richtung etwa 1 Sm in das Land ein. $^{3}/_{4}$ Sm innerhalb der Einfahrt ist der Hafen 1 Kblg breit und 13 m (7 Fad.) tief. Oberhalb dieser Enge findet man auf einem etwa $1^{1}/_{2}$ Kblg breiten Raum Ankerplatz auf 18 m (10 Fad.) bis 22 m (12 Fad.) Wasser über Schlick. Im innersten Ende des Hafens sind 3 kleine Buchten, an deren Ufern Fischerhütten stehen.

Die British-Hafen-Huk an der Ostseite der Einfahrt ist ein bemerkenswerter abgeplatteter Felsen. Mitten zwischen ihm und der Wolf-Huk an der Westseite der Einfahrt in den Kerley-Hafen liegt die einem künstlichen Bauwerk ähnliche Battery-Huk, landeinwärts von der steile und kahle Hügel zu 183 m bis 213 m (600′ bis 700′) Höhe ansteigen.

Eine Klippe mit 1.2 m (4′) Wasser darüber liegt südlich von der engen Stelle, $^{1}/_{2}$ Kblg vom Ostufer des Hafens. Man meidet sie, wenn man nahe am Westufer des Hafens entlang fährt.

Die **Dampfer** von Clarenville kommen im Sommer und Herbst wöchentlich einmal nach British-Hafen.

Pope-Hafen liegt etwa 1.8 Sm westsüdwestlich von British-Hafen und ist gekennzeichnet durch Indian Lookout, einen bemerkenswerten Hügel von 154 m (505′) Höhe am Südwestufer des Hafens; der Gipfel des Hügels ist ein steiler Felsen.

Etwa 3 Kblg östlich vom Hafen, $^{1}/_{2}$ Kblg vor einer kleinen Bucht, liegt eine Klippe 0.9 m (3′) unter Wasser. In der Einfahrt liegen zwei Klippen über Wasser, von denen die westliche 5.5 m (18′) hoch ist; nordöstlich von diesen liegen noch andere Klippen über Wasser. Ferner liegen unter Wasser: eine 7.3 m (4 Fad.)-Stelle mit felsigem Grund rw. 211° (mw. SWzW$^{3}/_{8}$W) beinahe 2 Kblg von der 5.5 m (18′) hohen Klippe und eine blinde Klippe mit flachem Wasser rundumzu 137 m vor der Mitte der Nordseite, und endlich liegt noch eine blinde Klippe ungefähr ebensoweit vor der Nordostseite des Hafens.

Die Fahrrinne zwischen den beiden Klippen in der Einfahrt ist tief und etwa 1 Kblg breit, ebenso die zwischen der westlichen Klippe und dem Festlande.

Der innere Hafen ist in westlicher Richtung $^{1}/_{2}$ Sm lang, $^{1}/_{4}$ Sm breit und 7.3 m bis 9.1 m (5 Fad.) tief, der Grund ist Schlick. In den nördlichen Teil des Hafens mündet ein großer Fluß, der eine beträchtliche Strecke Landes entwässert und zum Herabflößen von Holz dient.

Round-Hafen, an der W-Seite von Pope-Hafen, ist ein geschützter Hafen von 137 m Breite, 2 Kblg Länge in westlicher Richtung und 5.5 m (3 Fad.) Tiefe; seine Einfahrt ist schmal und 3.7 m (2 Fad.) tief.

Hickman-Hafen, etwa 1 Sm südsüdwestlich vom Pope-Hafen, ist eine schmale Förde von 1/2 Kblg Breite in der Einfahrt. 1 Kblg innerhalb der Einfahrt ist die Förde 7.3 m (4 Fad.) tief; weiterhin verengt sie sich schnell zu 18 m Breite und Klippen versperren den weiteren Zugang. Vor der Förde liegen mehrere Inselchen.

Hickman-Inseln heißt die Insel- und Klippenreihe, die sich 3/4 Sm südlich von Pope-Hafen etwa 7 Kblg weit parallel zur Küste hinzieht. Die nordöstlichste und höchste Insel davon ist 30 m (98′) hoch. Die Durchfahrt zwischen den Inseln und dem Festlande ist 2 Kblg breit und 37 m bis 53 m (20 bis 29 Fad.) tief, zwei Klippen, von denen die eine zeitweise über Wasser ragt, die andere weniger als 1.8 m (6′) unter Wasser liegt, liegen in der Durchfahrt, 1/2 Kblg vom Festlande.

Warwick-Hafen liegt 3/4 Sm südwestlich von den Hickman-Inseln, an der Westseite einer kleinen 14 m (45′) hohen Halbinsel. Die Einfahrt ist schmal, innerhalb davon ist der Hafen aber 1 Kblg breit und in westlicher Richtung 2 1/2 Kblg lang, doch beschränken eine Insel und Klippen an beiden Seiten der Insel den Raum etwas. Ein Schiff mit 1.8 m (6′) Tiefgang kann mit Hilfe eines Warpankers in den Hafen hineinholen.

Burgoyne-Bucht, eine kleine Bucht nordwestlich von der Tilton-Huk, liegt etwa 5 Sm westsüdwestlich von Warwick-Hafen. Man findet darin 1 1/2 Kblg vom Lande guten Ankerplatz auf 22 m (12 Fad.) Wasser und liegt geschützt gegen die steifen Winde, die hier gewöhnlich längs der Küste wehen.

Irelands Eye-Hafen. Die Einfahrt dieses Hafens liegt 1 1/4 Sm südlich von der Irelands Eye-Huk. Er eignet sich nur für Boote, die an den für Fischereizwecke angelegten Stegen liegen.

Eis. Irelands Eye-Hafen friert zwischen dem 1. Januar und dem 1. Februar zu und taut zwischen dem 10. März und Anfang April wieder auf.

Tray Town-Hafen liegt 1/2 Sm südwestlich von Irelands Eye-Hafen. Er erstreckt sich zunächst etwa 4 Kblg weit in nordwestlicher und dann ungefähr ebensoweit in südlicher Richtung; seine Breite beträgt durchschnittlich 137 m. Auf der ersten Strecke ist 9.1 m bis 26 m (5 bis 14 Fad.) Wasser, im mittleren Teil östlich von einer kleinen Insel 2.7 m (9′) und im südlichen Teil ist 3.7 m (12′) Wasser.

Black-Riff liegt rw. 112° (mw. SO5/8S) 6 Kblg von der Einfahrt des Round-Hafens, der 1/2 Sm südwestlich vom Tray Town-Hafen liegt. 1 1/2 Kblg westlich von dem Riff ist eine Klippe, die 0.9 m (3′) trocken fällt.

Etwa 2 Kblg südlich von der Einfahrt in den Tray Town-Hafen, 137 m vor der Küste, liegt die Gunner-Klippe, die bei Niedrigwasser in der Wasserlinie ist. Man bleibt nordöstlich von der Klippe, wenn Tray Town-Hafen in der ungefähren Peilung rw. 323° (mw. N5/8W) offen daliegt. Die Küste zwischen Irelands Eye- und Tray Town-Hafen ist felsig.

Die Dampfer von Clarenville kommen im Sommer und Herbst wöchentlich einmal nach Irelands Eye-Eiland.

Long-Hafen, 1 Sm südwestlich von der Haydon-Huk an der Nordküste von Random-Eiland, ist eine schmale Förde, die in südlicher Richtung etwa 3/4 Sm weit in das Land einschneidet. Die Wassertiefe beträgt in der Einfahrt 15 m (8 Fad.), nimmt nach innen zu allmählich ab und beträgt im innersten Ende 3.7 m (2 Fad.). Eine kleine Insel liegt in der Einfahrt und hat tiefes Wasser an beiden Seiten, aber ein Riff, das bei Hochwasser überflutet wird, erstreckt sich von der Südosthuk dieser Insel 1/2 Kblg weit und engt die Fahrrinne an dieser Seite ein.

Snooks-Hafen, etwa 12 Sm westlich von Long-Hafen, ist innerhalb der Küstenlinie etwa 1/2 Quadrat-Seemeile groß. 3/4 Sm von seinem innersten Ende beträgt die Wassertiefe 22 m (12 Fad.), der Grund ist Schlick.

2 Kblg vor der kleinen Upper Lance-Bucht, rw. 281° (mw. NW3/8W) 1.8 Sm von der Lance-Bucht-Huk liegt die kleine Lance-Bucht-Klippe 1.8 m (6′) unter

Wasser; 9.1 m bis 18 m (5 bis 10 Fad.) Wasser findet man rund um die Klippe. Zwischen der Bluff-Huk und Snooks-Hafen ist die Küste von Random-Eiland steil und stellenweise schroff, einige Klippen liegen $^1/_2$ Kblg davon.

Northwest Arm,

eine kleine Bucht an der Nordostküste von Random-Eiland, ist durch Bakers Loaf, einen bemerkenswerten Gipfel von 166 m (546′) Höhe, von weitem erkennbar. Connor-Eiland und etwa $^1/_2$ Kblg davon das 11 m (35′) hohe Sullivan-Eiland liegen vor der Bucht. Zwischen Sullivan-Eiland und der Silldown-Huk liegt die Einfahrt; ihre westliche Hälfte wird aber durch Klippen gesperrt, von denen einige aus dem Wasser ragen, und das Fahrwasser führt an Sullivan-Eiland und unter dem Fuße des Hügels Bakers Loaf entlang. Vor dem Südostende Sullivan-Eilands liegt eine Klippe 1.8 m (6′) unter Wasser.

Der **Ankerplatz** ist etwa $^1/_4$ Quadrat-Seemeile groß; man ankert auf 16 m (9 Fad.) Wasser über Schlick.

Rider-Hafen ist ein kleiner Schlupfwinkel mit 3.7 m (2 Fad.) Wasser nördlich von Sullivan-Eiland.

Little-Hafen,

eine kleine Förde von 2 Kblg Breite, liegt südlich vom Northwest-Arm. Die Einfahrt ist zwischen der kleinen Felseninsel südlich von der Silldown-Huk und der gegenüberliegenden steilen Küste, vor der eine kleine Klippe über Wasser liegt. Die Förde erstreckt sich zunächst etwa $^1/_2$ Sm weit in westlicher und dann 2 Kblg weit in südlicher Richtung. Auf dieser Strecke ist sie schmal und 7.3 m tief.

Long-Bucht,

etwa 1 Sm südlich vom Little-Hafen, schneidet bei etwa 1 Kblg Breite $^3/_4$ Sm weit in nördlicher Richtung in das Land ein. Die Wassertiefe beträgt in der Einfahrt 37 m (20 Fad.) und nimmt nach dem innersten Ende allmählich auf 3.7 m (2 Fad.) ab.

Landmarken. Die Küste zwischen Little-Hafen und der $1^1/_2$ Sm südsüdöstlich davon liegenden East-Huk besteht aus niedrigen Küstenabhängen. Die Hügel sind abgeplattet, der höchste davon erreicht 150 m (492′) Höhe, die East-Huk selbst ist 27 m (88′) hoch. 1 Sm nördlich von der East-Huk und $^1/_4$ Sm vor der Küste ragt North Bird-Eiland 34 m (112′) aus dem Wasser, und in der kleinen Bucht westlich von diesem Eiland sieht man den auffallend platten Küstenabhang Cold East Flake. South Bird-Eiland, 37 m (121′) hoch, liegt $^1/_2$ Sm nördlich von der East-Huk und $1^1/_2$ Kblg von der Küste. Verge-Eiland, etwa 3 Kblg von der Küste und beinahe mitten zwischen der East- und der East Random-Huk, ist 62 m (204′) hoch; kleine Felseninseln liegen nördlich vom Nordwestende Verge-Eilands und enden in der kleinen Black-Klippe, die 9.1 m (30′) aus dem Wasser ragt. Felseninselchen erstrecken sich auch 3 Kblg weit in südlicher Richtung vom Südwestende Verge-Eilands; das 20 m (65′) hohe Rat-Eiland ist das größte davon. Copper-Eiland, 40 m (130′) hoch, liegt vor dem Südostende Verge-Eilands, und Klippen liegen zwischen den beiden Eilanden.

An- und Einsteuerung. Rw. 84° (mw. SOzO $^7/_8$ O) vom Nordostende Verge-Eilands, beinahe 1 Sm davon, liegt die kleine Deer-Klippe 1.2 m (4′) unter Wasser. Sie ist gewöhnlich an Brandung kenntlich außer bei Hochwasser und glatter See. Etwa $^1/_2$ Sm nordnordöstlich von der Deer-Klippe liegt das Gun-Riff mit 11 m (6 Fad.) Wasser darüber, zwischen ihm und der Deer-Klippe sind 38 m (21 Fad.). Man bleibt östlich von der Deer-Klippe und dem Gun-Riff, wenn man die Bonaventure-Huk in der Richtung rw. 26° (mw. NOzO) mitten zwischen den Inseln Duck und Green hält, man bleibt westlich von diesen Untiefen, wenn man Bakers Loaf in der Richtung rw. 349° (mw. NzO $^5/_8$ O) in Linie hält mit den westlichen Ausläufern der Bird-Inseln, und man bleibt nördlich von dem Gun-Riff, wenn man den Ginpicker-Hügel (siehe S. 162) in der Richtung rw. 276° (mw. NW $^3/_4$ W) mit der nördlichen Einfahrtshuk des Deer-Hafens in Linie hält. Die Verge-Klippe, die trocken fällt, liegt $1^1/_2$ Kblg vor dem Nordostende Verge-

Eilands. 2 Kblg östlich von der Long-Bucht schiebt sich ein Felsenriff über 1 Kblg weit von der Küste vor, und eine Klippe mit 1.8 m (6') Wasser darüber liegt eben innerhalb der westlichen Einfahrtshuk, $^{1}/_{2}$ Kblg vor dem Westufer der Long-Bucht.

Deer-Hafen,

etwa $^{1}/_{2}$ Sm westlich von der Long-Bucht, ist 3 Kblg lang, etwa 1 Kblg breit und 9.1 m bis 16 m (5 bis 9 Fad.) tief. Die Einfahrt ist $^{1}/_{2}$ Kblg breit und 9.1 m (5 Fad.) tief und liegt zwischen einer kleinen Insel im Norden und Klippen im Süden, die dicht vor einer Huk sind.

Eis. Deer-Hafen ist im Februar zugefroren und taut gegen Ende April wieder auf. (Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

1. **Einige Bemerkungen zu A. Wedemeyers Aufsatz: »Der Mittagshafir und -halazun von Abul Hassan«.** (Januarheft 1916 S. 20 bis 29.)

In dieser Arbeit gibt Herr Dr. A. Wedemeyer eine sehr elegante Diskussion der Hâfir- und Halazûnlinie, die ich in meiner Arabischen Gnomonik zum ersten Mal, freilich mit weniger Erfolg als Wedemeyer, versucht habe, nachdem ich in mühsamer Weise aus z. T. sehr schwer zugänglichen fremdsprachlichen Schriften das grundlegende Material herbeigeschafft hatte. Es hat sich durch die Wedemeyersche Arbeit gezeigt, daß meine Parameterdarstellungen zur mathematischen Erforschung der Kurven wenig zweckmäßig sind, und daß manches viel durchsichtiger und anschaulicher gestaltet werden kann. Die Verbesserung, die meine Darstellung durch Herrn Wedemeyer erfuhr, bedeutet zweifellos einen wissenschaftlichen Fortschritt und ist als solcher gewiß zu begrüßen. Indessen sind mir einige Irrtümer anderer Art an der Wedemeyerschen Studie aufgefallen, die ich noch in Kürze richtig stellen möchte.

1. Wedemeyer sagt S. 20, daß das Werk Abû'l Ḥasans den Titel »Anfang und Ende« führe. Derselbe heißt jedoch richtig: جامع المبادى والغايات = Ǧami'al-mabâdî wa'l ġâjât, was H. Suter[1]) mit »das Ganze der Anfänge (Prinzipien) und der Enden (Resultate)« übersetzt, wie ich auch im Vorwort zur Arabischen Gnomonik angegeben habe. J. J. Sédillot, der Übersetzer der arabischen Manuskripte, aus denen er den Traité des instruments astronomiques des Arabes, Paris 1834/35 erstellte, schreibt: »Collection des Commencements et des Fins«. Man liest dafür auch oft: »Das Buch, welches den Anfang mit dem Zweck vereinigt« (z. B. bei R. Sonndorfer, Theorie und Konstruktion der Sonnenuhren, Wien, 1864 S. 13).

2. Unter den Nachmittagsstunden 1^h, 2^h bis 5^h (S. 20) sind natürlich temporäre Stunden (ungleiche) zu verstehen, von denen bei den älteren Völkern stets 12 den in den einzelnen Jahreszeiten verschieden langen Tag ausmachten. Die Mittagslinie wurde nicht mit 0^h, sondern mit 6^h und 7^h zugleich bezeichnet.

3. Wedemeyer nennt den Hâfir eine »Meßkarte, die indirekt zur Bestimmung der Sonnenhöhe (h) diente«. Nach meiner Darstellung in der Arabischen Gnomonik S. 12, die freilich nur auf einer Vermutung basierte, hat er damit auch nicht Unrecht. Aber bei Abfassung seiner Arbeit habe ich Herrn Wedemeyer brieflich eine direkte Belegstelle für den Gebrauch des Hâfir bei den Arabern mitgeteilt, die Sédillot in dem arabischen Ms. Nr. 1148 gefunden hatte, Es heißt dort: »Um sich des Hâfir zu bedienen, stelle man die Fläche, auf der die Stundenlinien verzeichnet sind, parallel dem Horizont, sei es, daß man das Instrument auf den Boden setzt oder es mit drei Fäden wagrecht schwebend erhält wie die Schale einer Wage. Hierauf drehe man es bezüglich der Sonne, bis daß der Schatten des Gnomons, den man auf der oberen Fläche errichtet

[1]) Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke, Leipzig 1900 S. 144.

hat, in die Linie der Stunden des Tages fällt, in welchem man ist, und die augenblickliche Stunde der Beobachtung ist diejenige, auf welche das Schattenende fällt. Dasselbe ist es beim Halazûn.« Danach ist also der Hâfir in erster Linie eine regelrechte Sonnenuhr.

4. Noch heute halte ich meine Herrn Wedemeyer gegenüber brieflich gemachte Behauptung aufrecht, daß der Halazûn eine offene Kurve ist, nicht eine geschlossene, wie Wedemeyer S. 21 sagt. In der von Wedemeyer gegebenen Abbildung des Mittagshalazûns (Fig. 4, S. 27) sind auf jedem Strahl der Ekliptik zwei Schattenlängen aufgetragen statt nur einer, wodurch die Kurve natürlich in sich selbst zurückkehren muß. Keine der Figuren bei Abû'l Ḥasan (Nr. 69 u. 70), die Wedemeyer offenbar ganz ignoriert hat, zeigt auf einem einzigen Strahl zwei Schattenlängen. Die Figur bei Wedemeyer ist demnach eher eine Variante des Ḥasanschen Halazûns.

5. Die Annahme, wie sie Wedemeyer S. 27 macht, es habe Ḥasan den Halazûn deshalb für eine Breite von $\varphi = 30^\circ$ gezeichnet, um Wendepunkte zum Verschwinden zu bringen (!), halte ich für unstatthaft. Solche geometrischen Feinheiten konnte der marokkanische Astronom unmöglich kennen. Ein Durchblättern der Figurentafeln bei Abû'l Ḥasan hätte aber Herrn Wedemeyer belehrt, daß er seine Konstruktionen mit Vorliebe für eine Ortsbreite von 30° erstellte, wohl, weil dies ein bequemer Winkelwert ist oder auch, weil der 30. Parallelkreis ungefähr durch die Mitte der maurischen Lande ging. (Übrigens wählt auch Ibn Jûnus († 1009 in Kairo) für seine Beispiele meist den 30. Grad, d. i. ungefähr die Breite Kairos. Die Hakemitischen Tafeln des Ibn Jûnus waren Abû'l Ḥasan sicher bekannt, da er ja Ägypten bereiste und bis zum 20. Breitengrad gelangte.) Es ist ja mathematisch ganz interessant, daß gerade bei einer Ortsbreite von nahezu 30° die Wendepunkte verschwinden; aber für den geschichtlich-astronomischen Forscher gibt es eben nicht jene omnem nubem pellens mathesis des reinen Mathematikers.

6. Ich habe in meinen brieflichen Mitteilungen an Herrn Wedemeyer stets von Pater Gaubil, nicht Gaulib, gesprochen, wie er S. 21 irrtümlicherweise schreibt. Leider hat Wedemeyer aber die Bestimmung der Sonnenwendezeit durch den Chinesen mißverstanden. Wedemeyer deduziert aus der Tabelle S. 28, »daß die Beobachtung der größten Schattenänderung viel ungünstigere Ergebnisse liefert als die Beobachtung der längsten Schatten« und sagt deshalb: »der Chinese wird die erwähnten Beobachtungen sicher zu anderen Zwecken als zur Bestimmung der Sonnenwenden angestellt haben«. Ich habe jedoch Herrn Wedemeyer brieflich dargelegt, daß es sich dabei um folgendes handelt: Zur Zeit der größten Schattenänderung (im mittleren China im ersten Drittel des November und Februar) sind zwei aufeinanderfolgende Mittagsschatten in ihrer Länge am meisten verschieden (bei dem achtfüssigen chinesischen Gnomon reichlich 0,1 Fuß). Nimmt man also beispielsweise den Mittagsschatten vom 9. November mit 10 Fuß Länge, so wird man ohne Schwierigkeiten einen korrespondierenden Schatten im Februar finden, der genau oder nahezu dieselbe Länge hat. Es wird dafür aber nur ein ganz bestimmter Tag in Frage kommen können wegen der großen Schattenänderung von einem bis zum anderen Tag. Mithin liegt die Sonnenwende in der Mitte eines möglichst scharf begrenzten Zeitintervalls. Das ist der richtige Sinn dieser chinesischen Methode. Daß der Betrag der täglichen maximalen Schattenveränderung dabei etwa 12 Tage derselbe bleibt, hat damit nichts zu tun.

Essen a. d. R. C. Schoy.

2. **Zu den Bemerkungen von C. Schoy.** Zu 1. Mädler, Geschichte der Himmelskunde, 1. Bd. S. 98, Braunschweig 1873: Unter dem uns unverständlichen Titel »Anfang und Ende« gibt Abul Hassan uns eine Beschreibung der astronomischen Instrumente der Araber.

Zu 4. Es ist nicht üblich, geschlossene Kurven als offene zu bezeichnen, wenn man aus Bequemlichkeit nur eine Hälfte gezeichnet hat. S. 20 habe ich gesagt: Die Zeichnung der halben Kurve genügt für den praktischen Gebrauch.

Zu 5. Diese Annahme habe ich nicht gemacht. »Solche geometrischen Feinheiten« kannte der Araber zwar aus der Theorie nicht, wohl aber würde er die Unbequemlichkeit der Wendetangenten bei der Zeichnung der Kurve in großem Maßstabe ebenso empfunden haben, wie ich. Jedenfalls ist es Tatsache, daß Hassan durch Verdoppelung des Polarwinkels die Wendetangenten zum Verschwinden gebracht hat; das habe ich behauptet. Zweifellos hat Herr Schoy Recht, daß der von mir gewählte Ausdruck »zum Verschwinden bringen« nicht einwandfrei ist. Ich hatte diesen Ausdruck aus der Infinitesimalrechnung entlehnt.

Zu 6. Nach brieflicher Mitteilung von Prof. Günther steht die chinesische Beobachtung in P. Antoine Gaubil, Traité d'Astronomie Chinoise, 3 vol., Paris 1732.

Wedemeyer.

3. **Dampferwege zwischen Südafrika und Ostindien.** Nach P. H. Gallé: De Stoomwegen van Zuid-Africa naar Oost-Indië. (Mitteilungen des Königlich Niederländischen Instituts, Nr. 102.)

Betrachtet man diese Wege ohne Rücksicht auf die besondere Eigenart der Schiffe oder ihrer Ladungen und besonderen Bestimmungen nur vom meteorologischen und ozeanographischen Standpunkte, so hat man zu berücksichtigen: 1. Die Äquatorialströmung und andere östliche Strömungen bei der Linie; 2. die Südäquatorialströmung und die ostwärts setzende Windtrift im Süden von 35° S-Br.; 3. die Westaustralische Strömung; 4. den Nordost- und den Südwestmonsun; 5. den Südostpassat; 6. die östlichen Winde südlich von 30° S-Br.; 7. die westlichen Winde südlich von 35° S-Br. Die monatliche Änderung dieser Faktoren würde vom obigen Standpunkte aus eine beständige Verlegung der einzuschlagenden Wege erfordern; dem entgegen steht aber das berechtigte Bestreben nach Vereinheitlichung der Wege. Eine solche Vereinheitlichung dürfte im Indischen Ozean ausgeschlossen sein, wie wohl große deutsche und britische Schiffahrtslinien ihren Schiffen für Reisen zwischen Südafrika und Australien schon bestimmte, wenig voneinander abweichende Wege vorgeschrieben haben. Es ist aber auch schon viel gewonnen, wenn sich nicht mehr jedes Schiff seinen eigenen Weg sucht und wenn die Reisen in der Nähe schon befahrener Wege gemacht werden. Darum werden, in vollkommener Übereinstimmung mit den von der Deutschen Seewarte auf ihren Monatskarten für den Indischen Ozean vorgezeichneten Wegen,[1]) Sommerwege und Winterwege vorgeschlagen. Sommerwege von Oktober bis März, beide Monate eingeschlossen, Winterwege von April bis September, beide Monate eingeschlossen.

1. Von Durban nach Poeloe Bras und Padang. Im südlichen Sommer sind die größten Kreise einzuschlagen. Der südliche Winter mit seinem zu voller Stärke entwickeltem Südostpassat zwingt zu anderen Wegen. Nach Poeloe Bras fahre man auf der Ostseite des Mozambique-Kanals nach Norden und, um nicht in Ausläufer des Südostpassates zu gelangen, bei Mahé vorüber und durch den Anderthalbgrad-Kanal. Dieser Weg ist nach Poeloe Bras im Winter am empfehlenswertesten; nach Padang, wohin man, um einen allzu großen Umweg zu vermeiden, bei Diego Garcia vorüberfahren müßte, bietet der südliche, obenein orkanfreie Weg ebenso gute Aussichten. Dieser führt von Durban im größten Kreise nach 30° S-Br. in 70° oder 80° O-Lg. und von da im größten Kreise nach Padang. Vom östlicheren Schnittpunkte hat man raumeren Passat.

2. Von Durban nach der Sundastraße und Tjilatjap nehme man im vollen Sommer die größten Kreise. Im Winter ist der südliche Weg: im größten Kreise nach 30° S-Br., in 85° O-Lg. nach der Sundastraße und in 90° O-Lg. nach Tjilatjap, vorzuziehen. Auf diesem Wege sei man nicht ängstlich, Süd anzuholen und laufe lieber 2° südlich, als 1° nördlich von 33° S-Br. ostwärts und

[1]) Die Angaben der Deutschen Seewarte nehmen weitgehendere Rücksicht auf die Eigenart der Schiffe, die bis jetzt solche Reisen gemacht haben, auch sind in ihren Monatskarten für den Indischen Ozean aus Rücksicht auf die Klarheit der Zeichnung gemeinschaftliche Wege oder mehreren Wegen gemeinsame Schnittpunkte überall da eingezeichnet worden, wo die Umstände Schiffen ohne Nachteil gestatten, die eingezeichneten Wege und Schnittpunkte auf ganz verschiedenen Reisen einzuhalten.

biege lieber erst in 90° O-Lg. als schon westlich von 80° O-Lg nach Norden. Nach Tjilatjap kann man diesen Weg auch im Sommer nehmen.

3. Von Durban nach der Bali- oder der Lombokstraße hat man auf dem südlichen Wege über 30° S-Br. in 95° O-Lg. die meiste Aussicht auf eine schnelle Reise.

4. Von Kap Agulhas nach Poeloe-Bras oder Padang nehme man im Sommer die größten Kreise. Im Winter kann man nach Poeloe-Bras den vorher bezeichneten Weg (von Durban) durch den Mozambique-Kanal nehmen (nach Padang kommt dieser Weg nicht in Frage), man kann aber auch im größten Kreise nach 30° S-Br., und zwar in 70° bis 75° O-Lg., wenn man nach Poeloe Bras, oder nach 75° bis 80° O-Lg., wenn man nach Padang will, und dann im größten Kreise weiterfahren. Dieser Weg verdient nach Poeloe Bras im Juni und Juli den Vorzug, in anderen Monaten ist der nördliche Weg wohl gleich günstig. Nach Padang fahre man im Dezember, Januar und Februar im größten Kreise, in den anderen Monaten über 30° S-Br. in 75° bis 80° O-Lg.

5. Von Kap Agulhas nach der Sundastraße und Tjilatjap. Man nehme den Weg über 30° S-Br. und 80° bis 85° O-Lg. nach der Sundastraße oder 85° bis 90° O-Lg. nach Tjilatjap; denn je östlicher der Bestimmungsort liegt, um so schwieriger wird es, auf dem kürzesten Wege gegen den Südostpassat zu dampfen.

6. Von Kap Agulhas nach der Bali- oder der Lombokstraße nehme man die größten Kreise über 30° S-Br. und 90° bis 95° O-Lg. Auf dem letzten Teile dieses Weges hat man von Dezember bis März raumen Südwestmonsun; anderseits würde man auf dem größten Kreise zwischen Kap Agulhas und der Balistraße länger im Gebiet der westaustralischen Orkane sein.

7. Von Ostindien nach Südafrika. Anweisungen für diese Reisen sind sehr einfach. Von Poeloe Bras oder Padang aus steuere man im April und bis einschließlich November gleich anfangs gut südlich, um nicht zu lange unter dem Einflusse des östlichen Stromes zu bleiben. Weiterhin suche man die Äquatorialströmung auszunutzen, und selbst wenn man Port Natal nicht anzulaufen braucht, ist es vorteilhaft, die afrikanische Küste vorher anzulaufen, um so viel Vorteil wie möglich vom Agulhas-Strom zu haben.

8. Orkane des südlichen Indischen Ozeans. Von den bekanntesten, den Mauritiusorkanen, kommen in der vollen Orkanzeit durchschnittlich noch nicht zwei auf den Monat. Sie sind zwischen 50° und 60° O-Lg. am häufigsten, und ihre Häufigkeit nimmt nach Osten hin ab. Etwa 40 vom Hundert ihrer anfangs vorwiegend westwärts gerichteten Bahnen biegen nach Süden oder noch weiter südostwärts um.

Die Orkane zwischen Australien und Java zeigen viel Ähnlichkeit mit den Mauritiusorkanen und verteilen sich unter Zugrundelegung der Zahl 12 auf die Monate: Januar 2, Februar 5, März 3, April 1, Dezember 1. Im Gebiet von 20° bis 10° S-Br. und 90° bis 105° O-Lg. sind nach Aufzeichnungen des Kgl. Niederl. Met. Instituts in den Jahren von 1856 bis 1883 in den Monaten: Januar 5, Februar 12, März 13, April 9, Mai 2, Juni 1, Juli 1, August 1, September 1, Oktober 3, November 5, Dezember 7 Orkane vorgekommen, wobei allerdings Windstärken 8 bis 9 und andere Störungen als Orkane mitgezählt sind. Immerhin läßt sich die alte Anschauung, daß das Gebiet um die Kokos-Inseln orkanfrei sei, nicht aufrechterhalten; bestätigt wird dagegen der Satz, daß die Orkanhäufigkeit von Westen nach Osten abnimmt.

9. Manövrieren in Orkanen. Im allgemeinen liegen die Wege südlich von den westwärts gerichteten Orkanbahnen. Man hat dann bei fallendem Barometer stark auffrischenden Südostpassat. Für kräftige Dampfer ist das Gegebene, ostwärts weiterzudampfen. Steigt dabei das Barometer bei gleichbleibender Windrichtung oder holt der Wind bei geringen Änderungen des Barometerstandes östlicher, so ist das Manöver richtig. Bei starkem Fallen des Barometers kann man aber in das Zentrum des Orkanes geraten. Östliche und namentlich nordöstliche Dünung ist ein gutes Zeichen dafür, daß man auf östlichem Kurse südlich vom Zentrum vorübergelangt. Bei stark fallendem Barometer und unver-

änderter Windrichtung befindet man sich vor dem Zentrum, und da dessen Bewegungsrichtung westsüdwestlich (durch Süd) bis südöstlich sein kann, dürfte es am besten sein, beizudrehen und scharf auf etwaige Änderung der Windrichtung zu achten. Wenn der Wind südlicher wird, trachte man nach Südwesten, wenn der Wind östlicher wird, trachte man nach Nordosten zu kommen. Die größte Wahrscheinlichkeit, in diese unangenehme Lage zu geraten, hat man zwischen 50° und 60° O-Lg., wo die Orkanbahnen umzubiegen pflegen. R.

4. **Der Außenhandel Chiles im Jahre 1914.** Im deutschen Handels-Archiv (Januar-Heft 1916) finden sich Angaben über den Außenhandel Chiles im Jahre 1914, denen zum Vergleich die entsprechenden Angaben des Jahres 1913 gegenübergestellt werden. Da die Zahlen weitergehendes Interesse beanspruchen, so seien einige hier wiedergegeben:

Einfuhr (in Pesos Gold).

	1914	1913	Unterschied 1914—1913
Deutschland	70930879	81035995	— 10105116
Großbritannien	61120784	98709434	— 37588650
Vereinigte Staaten Amerika	55201578	55038790	+ 162788
Australien	17176382	9161182	+ 8015200
Frankreich	11523582	18145919	— 6622337

Ausfuhr (in Pesos Gold).

	1914	1913	Unterschied 1914—1913
Deutschland	49531468	84308884	— 34777416
Großbritannien	109702210	152187236	— 42485026
Vereinigte Staaten Amerika	86121208	83324345	+ 2796863
Australien	424050	60	+ 423990
Frankreich	11630488	24240781	— 12610293
Schweden	2280685	—	+ 2280685

Die Zahlen sprechen für sich selbst. Ein- und Ausfuhr nach bzw. aus Chile sind wie bei Deutschland auch in gleichem, ja zum Teil höherem Maße bei den anderen kriegführenden Mächten im Jahr 1914 zurückgegangen, während die neutralen Mächte ihre Einfuhr oder Ausfuhr gesteigert haben, ohne jedoch auch nur annähernd das Defizit decken zu können. Wesentlich ist nur die Einfuhr aus Australien gestiegen (Weizen und Kohlen), die Ausfuhr hat etwas zugenommen nach Nordamerika und sich neu entwickelt nach Schweden und Dänemark. Br.

5. **Das Samoa-Observatorium 1914/15.** Nach einem Bericht von E. Wiechert in den Nachrichten von der Kgl. Ges. d. Wissenschaften zu Göttingen ist der Leiter des Observatoriums, Professor Dr. Angerheister, bei der Besetzung Samoas durch die Engländer am 29. August 1914 kriegsgefangen worden, konnte aber seine Tätigkeit am Observatorium weiter ausüben. Da der Direktor der erdmagnetischen Abteilung der Carnegie Institution in Washington, L. A. Bauer, das Observatorium mit photographischem Papier für die erdmagnetischen Registrierungen versorgte, ist zu hoffen, daß auch während des Krieges die Hauptuntersuchungen fortgeführt werden. Im Samoa-Bureau in Göttingen sind die magnetischen Beobachtungen der Jahre 1912 und 1913 unberührt vom Kriege weiter bearbeitet worden. Br.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Dr. Ch. Ruths: **Neue Relationen im Sonnensystem und Universum.** Darmstadt 1915. Selbstverlag des Autors. 162 Seiten. Preis 4 *M.*

Seitdem Kepler und Newton ihre bahnbrechenden Gesetze über die Bewegung der Himmelskörper aufgestellt haben, ist man wiederholt bemüht gewesen, weitere Zusammenhänge zwischen den Planeten unseres Sonnensystems und deren Monden ausfindig zu machen. So unternahm es z. B. Titius, die Entfernungen der Planeten von der Sonne durch eine einfache Zahlenreihe wiederzugeben.

Die Glieder dieser Reihe zeigen indeß den wirklichen Verhältnissen gegenüber so große Abweichungen, daß hier von einem wissenschaftlich befriedigenden Ergebnis nicht gesprochen werden kann. Ähnliches gilt von den Arbeiten späterer Forscher, welche in derselben Richtung vorwärtsstrebten.

Den neuesten großartigen Versuch, in das wenig übersichtliche Zahlenwerk der Astronomie mehr Licht zu bringen, finden wir in dem oben erwähnten Buch. In ihm hat der genannte Autor seine auf langjähriger Forscherarbeit beruhenden, umfangreichen Ermittlungen niedergelegt. Durch sie wird die Betrachtung des Sonnensystems und des Universums in eine ganz neue Beleuchtung gerückt. Wie vielseitig diese sein muß, läßt sich aus dem Umstand ermessen, daß Ruths, von den Planetoiden abgesehen, das ganze ihm zugängliche, zuverlässige Zahlenmaterial in den Kreis seiner Untersuchung gezogen hat, vor allem die großen Bahnachsen und Umlaufszeiten der Hauptplaneten sowie die Umlaufszeiten ihrer Monde, sodann aber auch noch die Massen, die Durchmesser, die Dichten, die Rotationszeiten und die Bahnexzentrizitäten der Hauptplaneten allein. Wir sehen außer den Quotienten der genannten astronomischen Konstanten auch deren Produkte, Summen und Differenzen bei der Untersuchung verwertet. Nach streng kritischer Sichtung der gesamten Resultate gipfeln die Ergebnisse in mehreren Hauptsätzen, von denen beispielsweise der folgende mitgeteilt sei: »Zwischen den Achsen sowie zwischen den Umlaufszeiten der acht Hauptplaneten bestehen Quotienten- und Summenrelationen, in denen eine Art periodischen Systems erkennbar ist«. Gleichzeitig aber zeigen sich die ermittelten Beziehungen im Gegensatz zu der durch Laplace für unser Sonnensystem aufgestellten Stabilitätshypothese von einer ausgesprochenen Tendenz zu einfachen rationalen Zahlenverhältnissen beherrscht. In überaus vielen Gleichungen, deren Richtigkeit bis auf einige hundertstel Prozent gesichert ist, findet das seine volle Bestätigung. Selbst das schwer lösbare Problem der Massenverteilung in unserem Sonnensystem sehen wir nicht ohne Erfolg in Angriff genommen. Darüber belehrt uns die zusammenfassende Bemerkung: »Zwischen den Massen der acht Hauptplaneten bestehen gesetzmäßige Beziehungen, die sich als Quotientenrelationen und einfache Zahlenverhältnisse darstellen und die wenigstens teilweise einen Anschluß insbesondere an die Achsenverhältnisse der Hauptplaneten erkennen lassen. Die Sonnenmasse nimmt an diesen Beziehungen teil«.

Als verwegenste Kühnheit muß es wohl manchem erscheinen, wenn Ruths es unternimmt, auch räumlich getrennte Körper wie die Monde eines Planeten mit denen eines anderen in entsprechender Weise zu verknüpfen oder wenn er es wagt, die Glieder unseres Sonnensystems mit den Veränderlichen der Fixsternwelt in zahlenmäßige Verbindung zu setzen. Wer jedoch den klaren und hochinteressanten Ausführungen, die hierzu gegeben sind, mit Aufmerksamkeit folgt, wird es verständlich finden, daß dieser Forscher bei seinen ersten Ergebnissen nicht stehen blieb, sondern Schritt für Schritt und planmäßig zur Erweiterung seiner Untersuchung nach der angedeuteten Richtung hin sich fortdrängen ließ. Frei von dem Bann, alles Weltgeschehen nur unter dem Gesichtspunkt des Attraktionsgesetzes verstehen zu wollen, wird man an der Hand der geistvollen Darlegungen des Buches auch diese ungewohnte, überräumliche Verknüpfung der Himmelskörper wohl begreiflich finden. Mit Staunen sehen wir, wie das spröde Zahlenmaterial sich in gefügiger Weise in immer neue Faktorenreihen auflösen läßt und so zu vielen überraschenden und charakteristischen Gruppierungen Veranlassung gibt. Dadurch wird Faden um Faden von Gestirn zu Gestirn gespannt zu einem Netz, welches nach seiner einstigen Vollendung eine neue, ungeahnte Struktur des Weltalls erkennen lassen wird. Bemerkenswert ist, daß dabei die Gruppe der Saturnmonde eine ganz hervorragende Rolle spielt.

Wenn auch schon die einzelnen Ruthsschen Relationen künftig zu einem festen, wertvollen Besitztum der Himmelskunde werden dürften, so ist ihnen in ihrer Gesamtheit doch noch eine besondere Bedeutung beizumessen. Ihre Gültigkeit läßt sich nämlich nicht erklären aus dem das All beherrschenden Attraktionsgesetz. Ihr Vorhandensein deutet vielmehr auf Ursachen hin, die neben der Schwerkraft auf die Bildung und Entwicklung der Sternenwelt eingewirkt haben. Die Erforschung der hierbei befolgten Gesetze, welche die entdeckten Beziehungen bedingt haben, dürfte späterhin unter die vornehmsten Aufgaben der Astronomie zu rechnen sein. In welchem Sinne diese weltgestaltenden Ursachen nach dem bisher Ermittelten sich geltend machten, ist von Ruths zum Ausdruck gebracht worden in dem Satz: »Die Umlaufszeiten der Haupt- und Nebenplaneten und die mittleren regelmäßigen Perioden im Lichtwechsel der veränderlichen Fixsterne lassen gleiche Bildungstendenzen erkennen, die durch Quotientenbeziehungen und durch einfache rationale Zahlenverhältnisse mit gemeinsamen universellen Wertgruppen . . . charakterisiert sind.« Gerade die letzteren, welche selbst wieder in sehr einfachen Beziehungen zueinander stehen, geben die verknüpfenden Bänder für ganze Gruppen von Himmelskörpern ab. Die einfachen rationalen Zahlen dagegen oder ihre Produkte und Potenzen bilden die Verbindungsstücke von einem Gestirn zum anderen.

Wie in den beiden letzten Abschnitten der Ruthsschen Schrift dargetan wird, greift die Bedeutung der angestellten Untersuchungen noch weit über das Gebiet der Astronomie hinaus. Es ergeben sich wertvolle Fingerzeige dafür, daß das gesuchte Strukturgesetz auch dem Reich der Atome nicht fremd sein kann. Ebenso sind bedeutsame Anzeichen vorhanden, welche eine Parallele zwischen manchen astronomischen Erscheinungen und gewissen psychischen Prozessen rechtfertigen. Eine Fortsetzung der Untersuchung auch nach dieser Seite hin eröffnet für die Wissenschaft einen ganz besonders reizvollen Ausblick. Professor Dr. J. Schneider.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Groll, M.: *Der Stille Ozean.* 120 × 110 cm (Karte). — *Der Atlantische Ozean* 95 × 120 cm (Karte). — *Der Indische Ozean.* 90 × 110 cm (Karte). Berlin, Hamburg, Braunschweig. G. Westermann. je 15.00 *M.*

Endrös, A.: *Die Gezeiten. Seiches und Strömungen des Meeres bei Aristoteles* (aus: Sitz.-Ber. Akad. d. Wissensch. München). 8°. S. 355—385. München 1915. G. Franzscher Verlag i. Kommiss. 0.60 *M.*

Physik.

Mars, S.: *Veranderingen van en beschouwingen over het magnetisme in moderne ijzeren en stalen schepen.* (»Natuurkundig. Tijdschr. Ned. Indië. 75. Afl. 1.«) 8°. 43 p. Weltevreden 1915. Boekhandel Visser & Co.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Hilgard, K. E.: *Über Geschichte und Bau des Panama-Kanales.* 8°. 113 S. m. 9 graph. Beil. u. 40 Text-Abbildgn. Zürich 1916. Orell Füssli. 6.00 *M.*

Handelsgeographie und Statistik.

Fritzsche C.: *Deutschlands zukünftige Zoll- und Handelspolitik.* (Hft. 7: aus Bibliothek f. Volks- und Weltwirtschaft.) 8°. II, 91 S. Dresden 1916. Globus. 1.20 *M.*

Jannasch, R.: *Was tut dem deutschen Exporthandel nach dem Kriege not?* (Vortrag i. »Centralverein f. Handelsgeogr. u. Förderg. deutsch. Interessen i. Auslande« am 3. 12. 15.) 8°. 15 S. Berlin 1916. Verlag d. Export. 0.40 *M.*

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Tambacopoulos, A. P.: *Das Brüsseler Übereinkommen vom 23. IX. 1910 zur einheitlichen Feststellung von Regeln über die maritime Bergung und Hilfeleistung.* 8°. XII, 122 S. Göttingen 1915. Dieterichsche Univ. Buchdr. (Vandenhoeck & Ruprecht.) 2.00 *M.*

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Einige Beobachtungen über Temperaturwellen. A. Ångström. »Meteorol. Ztschr.« 1916 Hft. 1.

Circulation and temperature of the atmosphere. W. H. Dines. »Washington, Monthly Weather Review« 1915. November.

Effects of the hurricanes on upper air currents. W. H. Pickering. Ebenda. Oktober.

Forecasting thunderstorms. S. Guilbert. Ebenda. November.

Working up of wind observations. J. W. Sandström. Ebenda. November.

Prinzipien und Erscheinungen der Wolkenmetamorphose. J. Dreis. »Das Wetter« 1916 Hft. 1.

Eine Fehlerquelle in den Regenangaben. J. Hegyfoky. »Meteorol. Ztschr.« 1916. Hft. 1.

Bijdrage tot de kennis van het klimaat van Nederland. J. P. v. d. Stok. »Tijdschr. Nederl. Aardr. Genootsch« 1916. Nr. 1.

Meeres- und Gewässerkunde.

Neue Werte für die mittlere Tiefe der Ozeane. E. Kosinna. »Ztschr. d. Gesellsch. f. Erdkde., Berlin« 1915. Nr. 10.

Die internationale Meeresforschung. F. Mewius. »Prometheus« 1916. Jahrg. 27. Nr. 20.

Physik.

Radio-active substances in the air and atmospheric fog. »Scientif. Americ. Supplem.« 1916. January 15.

Concomitant changes in terrestrial magnetism and solar radiation. L. A. Bauer. »Proceed. U. S. Nation. Acad. of Science«. Vol. 2. Nr. 1.

Solar radiation and terrestrial magnetism. L. A. Bauer. »Terrestr. Magnetism.« 1915. December.

Sur le champ électrique de l'atmosphère à Rio de Janeiro. H. Morize. Ebenda.

Kompasstoring tengevolge van mijnontploffing. »De Zee« 1916. Nr. 2.

Preliminary report on the results of the Aurora-Borealis-Expedition to Bossekop in the spring of 1913. (3rd communicat.) C. Störmer. »Terrestr. Magnetism.« 1915. December.

Arbeitshöhe und Schwerepotential. R. Dietzius. »Meteorol. Ztschr.« 1916. Hft. 1.

Die Schwerkraft auf dem Meere und die Hypothese von Pratt. H. Wolff. »Ztschr. f. Verm. Wes.« 1916. Hft. 2.

Neue Formeln für den Verlauf der Schwerkraft im Meeresniveau beim Festlande. F. R. Helmert. »Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wissensch. Berlin« 1915. Nr. 41.

Deflection of bodies moving freely under gravity on a rotating sphere. C. F. Marvin. »Washington, Monthly Weather Review« 1915. October.

Die Strömung im Reaktionsstrahl der vollkommenen, vielflügeligen Hubschraube. W. Nußelt. »Ztschr. f. Flugtechn. u. Motorluftschiffahrt« 1916. Hft. 1/2.

Über den Einfluß der Schwingungsrichtung auf die Schwingungsdauer eines Pendels. W. Foerster. »Deutsche Uhrm.-Ztg.« 1916. Nr. 3.

Beiträge zur Kenntnis der in der Atmosphäre vorhandenen durchdringenden Strahlung. A. Gockel. »Meteorol. Ztschr.« 1916. Hft. 1.

Reichweite des Geschützdonners nach Kriegsbeobachtungen. W. Brand. »Das Wetter« 1916. Hft. 1.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Bekanntmachung über die Prüfung von Thermometern. E. Warburg. »Annalen d. Physik« 1915. Nr. 24.
Einfluß der Hemmung auf die Schwingungsdauer der Unruhe. J. Großmann. »Die Uhrm.-Kunst« 1916. Nr. 3.
Pendel-Reguliertafeln. Ebenda. Nr. 4.
Der Unruhhebelstein. Emmell. Ebenda. Nr 3.

Astronomie, terrestrische und astronomische Navigation.

Orts- und Richtungsbestimmung für Luftfahrzeuge und Seeschiffe mittels drahtloser Telegraphie. B. Thieme. »Das Weltall« 1915. Hft. 21/22.
Een vierde methode voor de berekening der hoogtelijn. F. T. A. Cedce. »De Zee« 1916. Nr. 2.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Die festländischen Seehandelsstädte an der Nordsee. A. Oppel. »Geogr. Ztschr.« 1916. Hft 1.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Schiffahrt und Hafenbau. de Thierry. »Zentralbl. d. Bauverwaltg.« 1916. Nr. 11.
De scheepvaart tegenwoordig en in de toekomst. »De Zee« 1916. Nr. 2.
Systematische Propellerversuche. Serie A. K. Schaffran. »Schiffbau« 1916. XVII. Jahrg. Nr. 8.
Schiffspropeller und Leitapparat. A. Langen. »Motorschiff u. Motorboot« 1916. Nr. 3.
Vergleichende Betriebsergebnisse von Motorschiff und Dampfschiff. Ebenda. Nr. 3.
Wijziging van het tweede boek van het wetboek van koophandel in verband met de op 23. September 1910 te Brussel gesloten verdragen betreffende aanvaring en hulp en berging. »De Zee« 1916, Nr. 2.
The Naval Consulty Board of the United States. »Science« 1915, December 24.
The U. S. Naval Engineering Experiment Station. W. L. de Baufre. »Scientif. Americ. Supplem.« 1916, January 29.

Handelsgeographie und Statistik.

Der Weltfrachtenmarkt. »Hansa« 1916, Nr. 1 u. 2.
Das Schiffbaujahr 1915. H. Steinert. Ebenda. Nr. 1.
Die Motorschiffsflotte der Welt. Ebenda 1915, Nr. 52.
Lloyds register of shipping, jaarsverslag 1914/15. »De Zee« 1916, Nr. 1.
Die Seeschiffahrt jetzt und bei Friedensschluß. »Hansa« 1916, Nr. 4.
Der Weltschiffbau 1915. H. Steinert. Ebenda. Nr. 5.
Die Entwicklung der deutschen Kauffahrteiflotte. »Archiv f. Post u. Telegraphie« 1916, Nr. 1.
De Nederlandsche koopvaardijvloot in 1915. »De Zee« 1916, Nr. 2.
Der holländische Schiffbau während des Krieges. Jan de Jong. »Schiffbau« 1916, Jahrg. XVII., Nr. 9.
Der Aufschwung der skandinavischen Schiffahrt. »Hansa« 1916, Nr. 6 u. 8.
Griechenlands Handelsschiffahrt. »Deutsche Levante-Ztg.« 1916, Nr. 4.
Spaniens Außenhandel in den Jahren 1913 u. 1914. Bericht des Generalkonsulats Barcelona auf Grund der spanischen amtlichen Handelsstatistik. »Deutsch. Handelsarch.« 1916, Januar.
Die Bedeutung des Seeweges nach den Balkanländern und der Türkei. P. Dehn. »Die Flotte« 1916, Nr. 2.
Rußlands Eisenbahn zur Murmanküste des nördlichen Eismeeres. »Zentralblatt d. Bauverwaltg.« 1916. Nr. 10.
Scheepvaart op Siberië. Ebenda.
Schiffahrtsbericht des Kaiserlichen Konsulats für das Jahr 1914. Swatau. »Deutsch. Handelsarch.« 1915, Dezember.
Handelsbericht des Kaiserlichen Generalkonsulats für das Jahr 1914. Kristiania. Ebenda.
Schiffsverkehr im Hafen von Konstantinopel im Jahre 1914. Ebenda.
Verkehr deutscher Schiffe in amerikanischen Häfen während des Jahres 1914. Ebenda.
The freight congestion at the Port of New York. H. T. Wade. »Scientif. Americ.« 1915, December 25.
Our merchant marine. »Scientif. Americ. Supplem.« 1916, January 29.
Handel und Wirtschaft im Jahre 1914: Chile. »Deutsch. Handelsarch.« 1916, Januar.
Handel und Verkehr 1914. Santa Catharina. Ebenda.
Handelsbericht für 1914. Arequipa (Peru). Ebenda.
Handels- und Schiffahrtsbericht unter besonderer Berücksichtigung des Jahres 1914: Tschangscha. Ebenda.
De scheepvaartbeweging van Nederl. Indië. »Tijdschr. Nederl. Aaardr. Genootsch.« 1916, Nr. 1.

Verschiedenes.

Die Kgl. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau. (Berlin, Schleuseninsel.) »Die Naturwissenschaften« 1916, Hft. 1.
Die Versenkung eines berühmten Klippers. »Die Yacht« 1916, Nr. 2.
E. Wrights Seekarte für die Azorenfahrt vom Jahre 1599. H. Wagner. »Peterm. Mitteil.« 1915, Dezember.

Unsere natürliche Gesundheitspolizei am Meeresstrand. H. Philippsen. »Prometheus« 1916. Jahrg. 27. Nr. 14.
Whaling off the Alaska Coast. J. Hadley. »Bullet. Americ. Geogr. Soc.« 1915, Nr. 12.
Invloed van oliestorten op mist. »De Zee« 1915, Nr. 12.
Aerodynamische Versuche mit einem Yacht-Groß-Segel. »Die Yacht« 1916, Nr. 4 bis 6.
Der Aufflug der Vögel und die Grenze der Geschwindigkeit des Ruderfluges bei Windstille. G. Lilienthal. »Zeitschr. f. Flugtechn. u. Motorluftschiffahrt« 1916, Nr. 1/2.
Die Grundlagen der naturwissenschaftlichen Messungs- und Rechnungskunst. W. Block. »Das Weltall« 1915, Hft. 21/22.
Die Kohlenversorgung der Welthandelsflotte. H. Wilda. »Schiffbau« 1916, XVII. Jahrg., Nr. 10.
Probleme am Suez-Kanal. H. Dominik. »Die Flotte« 1916, Nr. 2.
Het oudste bericht over de weskust van Europa. J. Kenning. »Tijdschr. Nederl. Aardr. Genootsch.« 1916, Nr. 1.
Zum Gedächtnis Max Mayrs. H. Rüdiger. »Mitteil. d. Geogr. Gesellsch. München« 1915, X. Bd., 2. Hft.

Die Witterung an der deutschen Küste im Januar 1916.

(Amtlich)

Der Monat Januar kennzeichnete sich in seinen Monatswerten bei etwas zu hohem Luftdruck im Westen und nach Osten hin abnehmendem, dort um etwa den gleichen Betrag zu niedrigem Luftdruck als außerordentlich mild, indem die Mitteltemperaturen um 4 bis 5° überschritten wurden, als trüb und durch die sehr hohen Niederschlagsmengen als ungewöhnlich naß; soweit selbsttätige Windmesser den Wind aufzeichneten, stieg die Stärke der Luftbewegung nicht unerheblich über die langjährigen Werte. Die Winde wehten ganz überwiegend aus dem Südwestviertel und in geringerem Grade aus den angrenzenden Richtungen.

Vom 1. bis 4., 6. bis 22., sowie am 24., 26., 27. fielen täglich fast an der ganzen Küste Niederschläge; trocken über dem ganzen Gebiet bis auf vereinzelte Niederschläge waren nur der 23. und 28. bis 30., ferner an der Nordsee der 5. und ostwärts bis zur Oder der 25. — Insofern als die für je 24 Stunden berechneten Niederschlagsmengen zum Teil nur in der (auf das Datum folgenden) Nacht fielen, waren auch einige der angegebenen Niederschlagstage durch trockenes und heiteres Wetter am Tage ausgezeichnet. Heiteres Wetter in größerer Verbreitung wurde am Tage am 9. an der Nordsee (Niederschläge in der folgenden Nacht), am 16. an der mittleren Ostsee und am 23. an der ganzen Küste beobachtet. Nebel stellte sich über ausgedehntem Gebiet ein am 1. zwischen der Elbe und der Oder, am 18. ostwärts bis zur Oder, am 19. und 28. von der Elbmündung bis Pommern, am 29. und 30. an der Nordsee, sowie am 31. ostwärts bis Rügen. Gewittererscheinungen traten nicht auf. Steife und stürmische Winde wehten in der ersten Hälfte des Monats fast täglich über dem größten Teil der Küste, späterhin nur noch an einzelnen Tagen und in geringerer Ausdehnung, und zwar durchweg aus den beiden westlichen Vierteln mit Ausnahme des 14., wo die stürmischen Winde aus dem Nordostviertel auftraten; stürmische Tage waren an der Nordsee der 1. bis 11., 13. bis 15. und 20. bis 22., an der westlichen Ostsee der 1. bis 6., 8. bis 11., 13. bis 16., 21., 22. und 25., über Rügen und Umgebung der 2., 4. bis 8., 10.—12., 14. bis 16. und 23., an der pommerschen Küste der 2., 4. bis 6., 10. bis 12., 14. bis 16. und 23., sowie an der preußischen Küste (Ost- und Westpreußen) der 10. bis 13., 15. bis 17., 23. und 25. Die stärksten Stürme, in denen der Wind an mindestens der Hälfte der Sturmwarnungsstellen des Gebiets die Stärke 9 erreichte, waren am 13. ein Nordweststurm an der Nordseeküste (wo die Hälfte der Stationen Windstärken 10 und zum Teil mehr beobachteten), der eine schwere Sturmflut hervorrief, ein Sturm meist aus dem Südwestviertel am 15. an der Ostsee, der noch am folgenden Tage in der gleichen Stärke an der preußischen Küste aus dem Nordwestviertel anhielt, und ein Sturm aus dem Nordwestviertel am 23. von der Oder ostwärts.

Bis zum 27. erhielt sich fast andauernd gegenüber einem Tiefdruckgebiet über dem Nordmeer ein vom Ozean nach Frankreich und der Biscayasee

reichendes Hochdruckgebiet, das sich in wechselnder Ausdehnung ostwärts nach Kontinentaleuropa erstreckte und zeitweise weit nordwärts reichende Hochdruckkeile entwickelte, die mit ostwärts und südostwärts in steter Folge über Nord- und Mitteleuropa hinziehenden, meist bis nach den Alpen ausgedehnten Tiefdruckausläufern abwechselten; diese Tiefausläufer, in denen sich teilweise tiefe Teilminima entwickelten, folgten einander so schnell, daß die Winde, die im Rücken eines Ausläufers nach West oder Nordwest gedreht hatten, bei dem Heranziehen des nachfolgenden Ausläufers meist nur bis Südwest und vereinzelt nach Süd zurückdrehten, um dann wieder rechtzudrehen, bis auf die preußische Küste, wo ein Zurückdrehen bis Südost mehrfach beobachtet wurde. Bis zum 17. waren es acht getrennte Ausläufer, die aufeinander folgten und in ihrem Bereich die Niederschläge und stürmischen Winde hervorriefen. Besonders hervorzuheben sind ein tiefes Teilminimum, das am 13. und 14. von Südnorwegen nach Ostdeutschland und Österreich-Ungarn vordrang und die angeführte Sturmflut an der Nordsee hervorrief, sowie ein tiefes Teilminimum, das am 15. und 16. von der mittleren norwegischen Küste nach dem Finnischen Busen fortschritt; der für den 23. angegebene schwere Sturm im Osten der Küste wurde weniger durch einen besonders auffälligen Tiefdruckausläufer als durch das starke Nachdrängen eines von der Nordsee heranziehenden Hochdruckkeiles hervorgerufen. Diesem Verlauf der Wetterlage gemäß stellten sich im Januar die höchsten Temperaturen an sehr verschiedenen Tagen ein, da die Temperaturen im Bereiche der zwischen Südwest und Nordwest schwankenden Winde entsprechende Änderungen erfuhren und sich besonders hohe Temperaturen während dieser Zeit der Herrschaft westlicher Winde über ausgedehntem Gebiet nicht zu entwickeln vermochten.

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm + Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom 30j. Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br. Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C. 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom 15j. Mittel	Zahl der Frosttage (Min. <0°)	Eistage (Max. <0°)
Borkum	10.4 m	63.2	+0.6	78.5	31.	41.6	13.	5.5	6.0	5.6	5.6	+5.0	3	0
Wilhelmshaven	8.5	63.1	+0.1	78.9	31.	39.8	13.	4.6	5.5	4.8	4.9	+4.8	7	1
Keitum	8.4	60.8	—1.3	79.4	31.	33.9	13.	4.3	4.9	3.9	4.3	+4.2	4	0
Hamburg	26.0	62.8	—0.3	79.7	31.	34.5	13.	4.4	5.2	4.2	4.4	+5.0	7	1
Kiel	47.2	61.5	—1.1	79.6	31.	32.6	13.	3.6	4.5	3.4	3.7	+4.5	6	2
Wustrow	7.0	60.8	—1.9	81.3	31.	35.3	13.	3.0	3.6	3.1	3.2	+4.2	7	3
Swinemünde	10.05	61.1	—2.1	80.6	31.	39.1	13.	3.1	4.1	3.4	3.4	+4.9	9	2
Rügenwaldermünde	6.9	59.8	—3.3	80.3	31.	39.2	13.	2.0	2.4	2.2	2.1	+3.9	9	3
Neufahrwasser	4.5	59.4	—3.7	80.4	31.	40.4	13.	1.5	2.6	2.3	2.0	+4.3	14	4
Memel	9.6	57.4	—4.9	78.4	31.	38.3	11.	—0.3	0.4	0.0	—0.1	+3.1	17	6

Stat.	Temperatur-Extreme Mittl. tägl. Max.	Min.	Absolutes monatl. Max.	Tag	Min.	Tag	Temperatur-Änderung von Tag zu Tag 8h V	2h N	8h N	Feuchtigkeit Absolute Mittel mm	Relative, % 8h V	2h N	8h N	Bewölkung 8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	7.3	4.1	9.7	2.	—1.0	31.	1.8	1.6	1.5	6.2	91	88	89	9.3	7.9	7.3	8.2	+1.1
Wilh.	7.2	2.9	10.7	6.	—3.4	31.	2.2	1.8	2.8	5.9	92	87	91	9.0	8.5	7.3	8.3	+1.0
Keit.	6.2	2.8	8.2	7.22.23	—2.9	14.	1.7	1.7	1.8	5.8	92	93	92	8.3	6.9	6.5	7.2	+0.3
Ham.	6.5	2.1	10.6	7.	—3.5	31.	2.3	1.9	1.9	5.6	88	86	88	8.8	8.5	6.4	7.8	+0.2
Kiel	5.8	2.0	9.0	1.	—3.4	31.	2.2	1.9	2.1	5.5	89	90	91	8.3	8.3	7.2	7.9	+0.3
Wus.	4.6	1.5	8.4	5.	—4.0	31.	2.1	2.0	2.2	5.2	90	89	90	8.5	7.8	7.3	7.9	+0.1
Swin.	5.4	1.3	9.3	22.	—3.7	31.	2.4	1.7	2.3	5.3	90	86	89	8.6	8.5	7.1	8.1	+0.5
Rüg.	3.6	0.7	6.9	6.	—4.7	31.	2.1	1.4	1.3	4.9	91	90	91	8.7	9.1	8.3	8.7	+1.2
Neuf.	4.1	—0.2	9.8	22.	—9.9	18.	2.9	2.4	2.6	4.6	83	84	86	8.0	8.5	8.5	8.4	+0.7
Mem.	2.1	—2.2	5.1	11.	—16.6	15.	3.1	2.2	2.9	4.4	91	90	92	9.0	8.5	8.0	8.5	+0.8

Stat.	Niederschlag, mm[1]						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit[2]			
	8h V—8h N	8h N—8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	mit Niederschlag ≧ mm 0.2	1.0	5.0	10.0	K u. T	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek. Mittel	Abw.	Sturmnorm	Daten der Tage mit Sturm
Bork.	30	49	79	+36	13	8.	24	14	8	1	0	0	0	16	—	—	—	—
Wilh.	41	58	98	+60	24	7.	19	13	7	2	0	0	0	19	—[3]	—	—	—
Keit.	26	46	72	+29	13	13.	22	13	5	2	0	0	3	15	6.9	+2.1	12.0	1. 2. 13. 15. 19.
Ham.	99	97	197	+149	25	8.	28	22	14	5	1	0	3	19	7.1	+1.6	12.0	1. 2. 7. 8. 15. 22.
Kiel	53	58	111	+61	19	13.	21	18	8	4	0	0	1	20			12.0	
Wus.	45	35	80	+51	11	2.	21	18	4	1	0	0	1	19	—		—	—
Swin.	42	48	90	+56	13	8.	24	19	7	1	0	0	1	20	5.6	+0.8	10.5	15.
Rüg.	57	35	92	+55	9	8.	23	21	9	0	0	0	2	25	7.7		15.0	2. 11. 14. 15. 16. 23.
Neuf.	34	19	53	+23	8	10.	19	12	2	0	0	0	1	23	6.1		12.0	11. 12. 15. 16. 23. 24. 25.
Mem.	73	47	120	+65	19	16.	23	18	9	2	0	0	0	23	7.2		12.0	10. 11. 12. 15. 16. 22. 23. 24. 25. 26. 27.

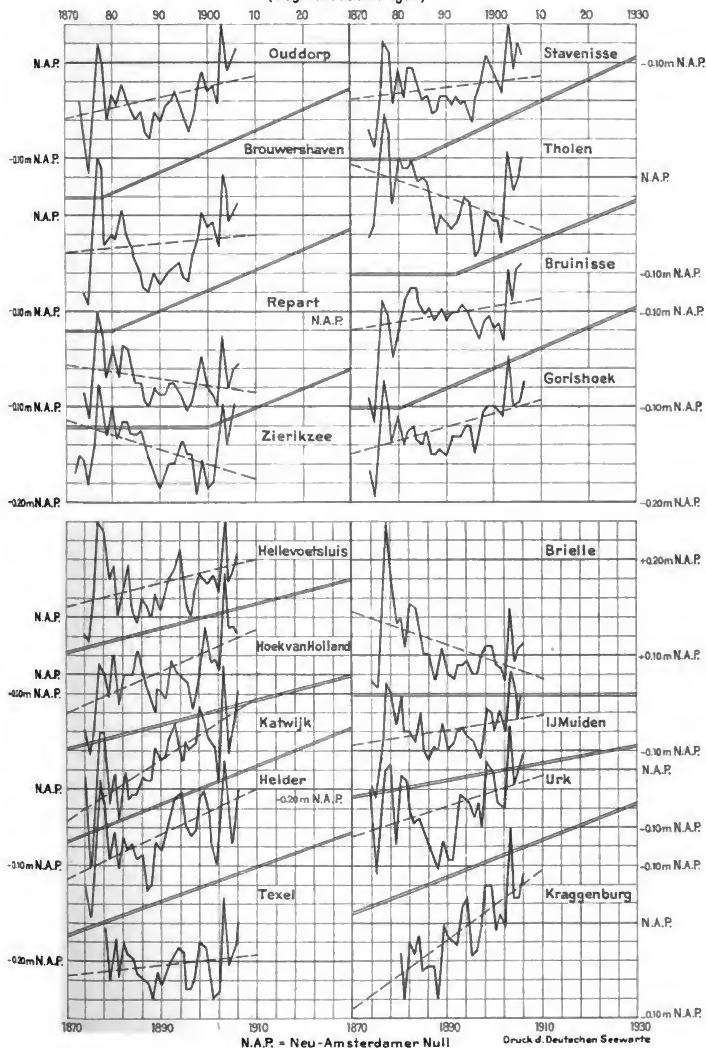
Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	3	1	3	0	0	0	10	0	3	2	37	5	14	5	5	5	0	4.8	5.0	4.8
Wilh.	1	2	0	1	0	1	2	2	19	6	15	21	11	5	4	2	1	3.6	4.1	4.0
Keit.	4	4	1	0	0	0	1	0	11	6	7	20	15	9	8	6	1	5.3	5.2	5.2
Ham.	3	0	0	0	1	1	9	4	2	5	11	38	6	4	5	1	3	4.2	3.9	3.6
Kiel	1	0	2	0	0	0	8	0	6	4	26	2	32	3	7	1	1	2.2	1.9	2.1
Wus.	1	2	1	0	0	0	6	6	6	3	28	16	7	6	5	1	5	5.5	4.5	3.9
Swin.	6	1	0	0	0	0	4	5	4	6	11	13	24	9	5	4	1	4.2	4.2	3.3
Rüg.	2	3	1	0	1	0	0	3	12	9	14	17	11	6	6	6	2	4.6	4.7	4.4
Neuf.	0	1	2	0	0	0	1	4	6	14	11	8	18	14	8	5	1	3.8	4.2	3.4
Mem.	3	0	5	1	3	1	4	4	7	4	5	10	21	7	13	5	0	3.9	3.8	3.4

Die Tage vom 28. bis 31. brachten die Herrschaft eines Hochdruckgebiets, das in der Nacht zum 28. von der Nordsee nach Skandinavien vorgedrungen war und sich über Mitteleuropa ausgebreitet hatte, welche Ausdehnung es bei wenig veränderter Lage bis Monatsschluß behauptete; entsprechend der Lage seines Kernes über dem Norden Ostdeutschlands wehten die leichten bis schwachen Winde fast durchweg aus dem Inlande, so daß sich kälteres Wetter einstellte und die Temperatur im allgemeinen von Tag zu Tag sank und damit dann die niedrigsten Temperaturen des Monats meist am letzten Tage eintraten. Vom Morgen des 28. an war das Wetter fast durchweg trocken, aber entsprechend dem Sinken der Temperatur und der geringen Luftbewegung in hohem Grade weit verbreitet neblig.

[1]) Die Niederschlagswerte sind auf ganze Millimeter abgerundet.
[2]) Vgl. die Erläuterungen der Januar-Tabelle, »Ann. d. Hydr. usw.« 1915 S. 143.
[3]) Der Apparat war in Reparatur.

Druck und Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei, Berlin SW, Kochstraße 68—71.

Bodenbewegungen der Niederlande
(Pegelbeobachtungen)



N.A.P. = Neu-Amsterdamer Null

Druck d. Deutschen Seewarte

Über die Sauerstoffverhältnisse der Nordsee.

Von Dr. phil. **Johan Gehrke.**

Einleitung.

Die ersten Untersuchungen über den Sauerstoffgehalt des Nordseewassers wurden bekanntlich auf der „Pommerania“-Expedition Juli/September 1872[1]) von Prof. Oscar Jacobsen ausgeführt. Er schreibt: „Als allgemeineres Ergebnis läßt sich hervorheben, daß im südlichen Teile der Nordsee, wo bei durchweg langsamen Abdachungen die größten Tiefen kaum über 50 m hinausgehen, der Sauerstoffgehalt in der Tiefe entweder gar nicht oder nur sehr wenig unter den der Oberfläche hinabstieg. — Eine sehr merkliche Verringerung der Sauerstoffmenge beginnt erst in solchen Tiefen, wo auch in der Konzentration und Temperatur der oberen und der unteren Schichten wesentliche Verschiedenheiten auftreten.“ Dieses Hauptergebnis ist durch sämtliche spätere Untersuchungen bestätigt worden, und bereits Oscar Jacobsen betrachtete den im Meere stattfindenden, organischen Sauerstoffverbrauch als Ursache der Untersättigungen.

Die nächsten Gasanalysen in der Nordsee wurden Mai/Juli 1882 auf der „Drache“-Expedition[2]) angestellt; dabei fanden jedoch, was den Sauerstoff und den Stickstoff betrifft, keine absoluten Bestimmungen, sondern nur Messungen von deren gegenseitigem Verhältnis statt.

Schließlich hat seit 1890 Prof. Otto Pettersson eine ganze Reihe von Untersuchungen über den Sauerstoffgehalt des Wassers im Skagerrak[3]) angestellt. Das Hauptergebnis dieser Untersuchungen war, daß die tiefen Wasserschichten in dem offenen Skagerrak stets mehr oder weniger untersättigt sind, und daß eine größere Untersättigung oft in dem isolierten Bodenwasser in den schwedischen Fjords angetroffen wird. Ferner wurde in einer einzelnen Sommerserie eine bedeutende Übersättigung in gewissen oberen Teilen der mittleren Schichten des Skagerrak festgestellt.

Alle diese Untersuchungen tragen jedoch den Charakter orientierender Vorarbeiten; erst durch die internationalen Expeditionen ist aus den verschiedenen Jahreszeiten ein so umfassendes Material zusammengetragen worden, daß man nunmehr den jährlichen Verlauf der Sauerstoffverhältnisse in großen Teilen der Nordsee und des Skagerrak in ihren Hauptzügen kennt. Das Material findet sich veröffentlicht in „Conseil permanent international pour l'exploration de la mer: Bulletin trimestriel des résultats acquis pendant les croisières périodiques . . .“, Abteilung C; es wurde aber bisher noch keiner Bearbeitung unterzogen. Eine solche soll im folgenden versucht werden.

Die deutschen Messungen sind von Prof. Ernst Ruppin, die schwedischen auf Veranlassung von Prof. Otto Pettersson ausgeführt worden; ferner sind einige holländische Analysen von Dr. W. E. Ringer und einige kontinuierliche Serien bei Helgoland von Dr. A. C. Reichard[4]) angestellt worden. In umstehender Karte sind die Stationen angeführt, an denen das zu vorliegender Bearbeitung benutzte Material hauptsächlich gesammelt worden ist.

---

[1]) Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für die Jahre 1872, 1873. Berlin 1875, S. 43 bis 58.

[2]) Die Ergebnisse der Untersuchungsfahrten S. M. Knbt. »Drache« in der Nordsee in den Sommern 1881, 1882 und 1884. Veröffentlicht von dem Hydrographischen Amt der Admiralität. Berlin 1886.

[3]) Grunddragen af Skageracks och Kattegats Hydrografi; Kongl. Sv. Vet.-Akademiens Handl., Bd. 24, Nr. 11; Stockholm 1891. — De hydrografiska förändringarne inom Nordsjöns och Östersjöns område under tiden 1893—1897; Kongl. Sv. Vet.-Akademiens Handl., Bd. 29, Nr. 5; Stockholm 1897.

[4]) Hydrographische Beobachtungen bei Helgoland in den Jahren 1893 bis 1908. Arbeiten der deutschen wissenschaftl. Kommission für die internat. Meeresforschung; B. Aus der biolog. Anstalt auf Helgoland, Nr. 16.

Wie man sieht, wird der auf Sauerstoffgehalt näher untersuchte Teil der Nordsee ungefähr von einer Linie von Flamborough Head nach Bergen begrenzt, und man weiß bis auf weiteres nichts Quantitatives über die jährlichen Perioden der Sauerstoffverhältnisse in dem nordwestlichen Teil der Nordsee außerhalb dieser Linie.

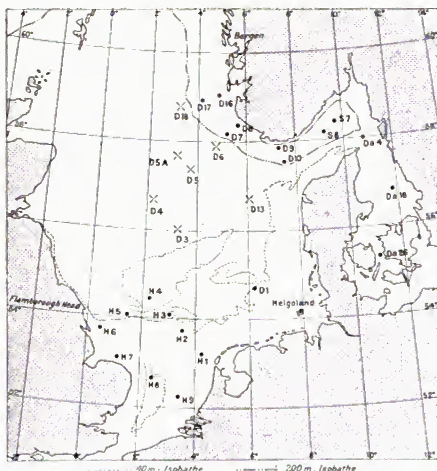


Fig. 1. (Von den dänischen Stationen im Kattegat und Großen Belt sind nur einige wenige angeführt.)

Anfänglich wurde überall der Sauerstoffgehalt des Wassers volumetrisch bestimmt; späterhin wurden so gut wie alle Sauerstoffanalysen aus der eigentlichen Nordsee nach Winklers Verfahren titrimetrisch ausgeführt. Dies führte u. a. den Vorteil mit sich, daß die Anzahl der Sauerstoffanalysen beträchtlich vermehrt wurde. Das Material ist dennoch trotz alledem etwas zerstreut, und es kann sich somit nur um einen ersten Überblick über die Hauptzüge handeln. Einen solchen erhält man vermeintlich am besten, wenn man als Vertreter der Sauerstoffverhältnisse den „Sauerstoffprozentsatz" wählt; wir werden ihn im folgenden der Kürze halber oft als ω bezeichnen, und er bedeutet die Anzahl von Prozenten, die der tatsächliche Sauerstoffgehalt des Wassers von der Sauerstoffmenge beträgt, die das Wasser enthalten würde, wenn es bei der vorhandenen Temperatur und dem vorhandenen Salzgehalt mit einer trockenen und kohlensäurefreien Atmosphäre von 760 mm Druck in freier Verbindung stände. Die derart definierte Standardatmosphäre weicht allerdings von den mittleren Zuständen in der tatsächlich über dem Meere vorhandenen Atmosphäre etwas ab; aber die durchschnittlichen Wirkungen davon können, was die im folgenden behandelten Fragen betrifft, als ganz unwesentlich im Vergleich mit den Wirkungen der biologischen Faktoren im Meere betrachtet werden.

Zur Berechnung der für die „Sättigung" notwendigen Sauerstoffmenge liegen zwei Tabellen vor, nämlich die titrimetrische von Dr. J. P. Jacobsen[1]) und die volumetrische von Dr. Charles J. J. Fox[2]). Obgleich die benutzten Methoden ganz verschieden sind, weichen die Resultate doch nur sehr wenig voneinander ab; die im folgenden benutzten Werte für ω wurden in der Weise berechnet, daß Jacobsens Tabelle überall dort verwendet worden ist, wo der tatsächliche Sauerstoffgehalt O_2 des Wassers titrimetrisch bestimmt ist, aber Fox' Tabelle, wenn O_2 volumetrisch gemessen wurde; die im „Bulletin" mitgeteilten ω's sind eventuell dieser Regel gemäß umgerechnet worden, insofern die bei den Analysen verfolgte Methode sich mit Sicherheit ausfindig machen ließ. Wo im folgenden nicht ausdrücklich bemerkt ist, daß die ω's volumetrisch sind, sind sie titrimetrisch.

[1]) Meddelelser fra Kommissionen for Havundersøgelser. Serie: Hydrografi, Bd. I, Nr. 8. København 1905.

[2]) Publications de Circonstance Nr. 41. København 1907.

Wird ein Jahr z. B. als 1904 bezeichnet, so ist damit das gewöhnliche Kalenderjahr 1904 gemeint; wird ein Jahr aber z. B. als »1904 bis 1905« bezeichnet, so sind hiermit die vier Quartale vom August 1904 bis Mai 1905 gemeint.

Die jährlichen Perioden der Sauerstoffprozentsätze.

Zur Erörterung der Sauerstoffprozentsätze der Oberflächenschicht benutzen wir das titrimetrische Material an den ständigen deutschen Quartalstationen im zentralen Teil der Nordsee, d. h. das Gebiet, das sich von nördlich der Doggerbank über die Kleine und Große Fischerbank bis zum Rand der Norwegischen Rinne erstreckt. Die bei weitem best untersuchten Jahreszeiten sind Mai und November, und das Material gibt wiederum die ausführlichsten Aufschlüsse über die Verhältnisse in einer Tiefe von 5 m unterhalb der Oberfläche. In untenstehender Tabelle sind deshalb im Mai nur direkte Beobachtungen von ω in 5 m angeführt; wenn aber im November an einer Station keine titrimetrische Messung von ω in 5 m vorlag, ist eine eventuell vorhandene derartige Bestimmung von ω in nächster größerer Tiefe (50 bis 55 m unter der Oberfläche) benutzt worden, weil das Wasser in dieser Tiefe durch Konvektionsströme mit der Oberfläche in Verbindung stand. Man erhält dann folgende Tabelle der ω's in 5 m im zentralen Teil der Nordsee:

Jahr	November				Mai					
	D 3	D 4	D 5	D 18	D 3	D 4	D 5	D 6	D 18	D 13
1904—1905	—	96	98	—	—	—	—	107	—	—
1905—1906	97	95	96	—	106	109	111	—	—	107
1906—1907	—	—	—	—	—	112	—	—	—	—
1907—1908	94	94	—	96	108	107	110	106	116	109
Mittel	96 %				109 %					

(Die Bezeichnung D 5 umfaßt beide Stationen D Nordsee 5 und D Nordsee 5 A. Die Messung an D 4 im Mai 1907 findet sich nicht im »Bulletin«, ist aber von Dr. Ruppin in: »Die Alkalinität des Meerwassers«, Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abteilung Kiel, Neue Folge, Bd. 11, S. 288, veröffentlicht. — Die beiden Mittelzahlen sind einfach die Durchschnitte aller zu derselben Jahreszeit vorliegenden Einzelmessungen.)

Diese Tabelle zeigt:

Die Sauerstoffprozentsätze der 5 m-Schicht inmitten der Nordsee haben eine ausgeprägte jährliche Periode. Das Wasser in dieser Tiefe ist im November untersättigt, im Mai übersättigt; und die durchschnittliche ω-Differenz zwischen den beiden Jahreszeiten beträgt etwa 13 %.

Das aus Sommer und Winter vorliegende Material ist zu gering, um einer näheren Erörterung unterworfen werden zu können. Aus 5 m liegen an sämtlichen deutschen Quartalstationen zusammen im August nur 5 oder 6 titrimetrische Bestimmungen von ω vor; sie liegen alle im Intervall 97 bis 102 %. Und aus der Zeit Februar bis März liegen zwar eine größere Anzahl von Messungen vor; aber sie entstammen zum größten Teil nur einem einzelnen Jahre. Von im ganzen 14 Bestimmungen von ω aus den beiden Wintern 1905 und 1908 (hierin einbezogen einige Messungen in 0 m und zwei Messungen in 50 und 75 m, die durch Konvektion mit der 5 m-Schicht in Verbindung standen) betragen die extremen Werte 86 % und 102 %, während neun Werte im Intervall 97 bis 99 % liegen.

Die Existenz der jährlichen Periode von ω scheint eine weit verbreitete Erscheinung zu sein, indem sie bereits in den finnischen Gewässern von R. Witting[1]), in der südlichen Ostsee von E. Ruppin[2]) und in den dänischen Gewässern von

[1]) Finländische hydrographisch-biologische Untersuchungen Nr. 7, S. 46.
[2]) Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abteilung Kiel; Neue Folge, Bd. 14; S. 245 u. 263.

J. P. Jacobsen[1]) nachgewiesen wurde. Daß aber örtliche Ursachen bewirken werden, daß die Periode in gewissen Meeresgebieten ausgeprägter ist als in anderen, erhellt aus untenstehender Tabelle. Diese enthält die Mittelzahlen sämtlicher (d. h. jedesmal 5 bis 15) zu den angegebenen Zeitpunkten unternommenen, direkten Bestimmungen von ω in 5 m an den dänischen Quartalstationen im Kattegat und Großen Belt. Das Material ist der oben zitierten Abhandlung von Jacobsen entnommen, und sämtliche ω's sind titrimetrisch.

Jahr	August	November	Februar	Mai
1904—1905	98	97	98	102
1905—1906	98	96	96	99
1906—1907	102	96	—	99
Mittel	99 %	96 %	97 %	100 %

Man sieht, daß ω auch hier mit großer Regelmäßigkeit im November kleiner ist als im Mai. Aber während die Sauerstoffspannung in 5 m im November durchschnittlich dieselbe ist in den dänischen Gewässern und inmitten der Nordsee, ist sie im Mai ganz merklich höher an letztgenannter Stelle.

Die durchschnittliche Differenz zwischen den Sauerstoffprozentsätzen der 5 m-Schicht im Mai und November ist inmitten der Nordsee dreimal so groß wie in den dänischen Gewässern.

Wie schon gesagt, erreicht der Durchschnittswert für ω im November denselben Betrag in den dänischen Gewässern und im zentralen Teil der Nordsee. Und bedenkt man ferner, daß die oberen Schichten im Großen Belt und Kattegat mit denjenigen der Norwegischen Rinne in direkter Verbindung stehen, so darf man alles in allem schließen, daß der Mittelwert von ω im November auch in 5 m in der Norwegischen Rinne etwa 96 % betragen wird. Aus den wenigen direkten (volumetrischen und titrimetrischen) Messungen kann man nur schätzen, daß falls ein Unterschied überhaupt existiert, dann besteht er wahrscheinlich darin, daß das mittlere Herbst-ω in 5 m ein klein wenig höher ist in der Norwegischen Rinne als inmitten der Nordsee. Anderseits gibt die folgende Tabelle Auskunft über die ω's der 5 m-Schicht in der Norwegischen Rinne im Mai:

Jahr	D 16	D 17	D 7	D 8	D 9	D 10
1906	—	—	102	101	102	101
1907	—	—	106	—	104	—
1908	102	105	—	106	—	104
Mittel	103 %					

Vergleicht man nun diese Tabelle (wo auch alle ω's titrimetrisch sind) mit voranstehender aus der Mitte der Nordsee, ersieht man:

1. Im Gegensatz zu den Verhältnissen im November, besteht im Mai ein erheblicher Unterschied zwischen den ω's der 5 m-Schicht inmitten der Nordsee und in der Norwegischen Rinne. Sie sind im zentralen Teil der Nordsee etwa 6 % höher als der Küste Norwegens entlang.

2. Die durchschnittliche Differenz zwischen den Sauerstoffprozentsätzen der 5 m-Schicht im Mai und November ist inmitten der Nordsee mindestens etwa zweimal so groß wie in der Norwegischen Rinne.

[1]) Meddelelser fra Kommissionen for Havundersøgelser, Serie Hydrografi; Bd. I, Nr. 12; S. 14.

Die jährliche Periode von ω finden wir wieder, wie die holländischen Messungen zeigen, im südwestlichen Teil der Nordsee. In untenstehender Tabelle sind alle vorhandenen holländischen Werte von ω als zur Oberflächenschicht gehörend betrachtet, weil die gleichzeitigen vertikalen Differenzen von Temperatur und Salzgehalt klein waren. Und wenn an einer Station zwei gleichzeitige ω-Bestimmungen unternommen wurden, sind sie daher durch ihre Mittelzahl ersetzt. Eine Ausnahme bilden nur die zwei ungewöhnlich niedrigen Sauerstoffprozentsätze an der Oberfläche im August 1903 an den Stationen H 2 und H 5. Falls sie überhaupt richtig sind, vertreten sie kaum eine ausgedehnte Wasserschicht; und sie sind deshalb ganz weggelassen. Das ganze holländische Material, das volumetrisch ist, läßt sich dann in folgender Weise darstellen:

	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	Mittel
August 1903	95	93	92	90	—	101	100	95	96	95 %
November 1903	90	91	92	92	90	91	90	91	93	91 %
Mai 1904	95	94	96	96	96	95	105	—	—	97 %

ω ist also überall im holländischen Gebiet, wo hinlänglich Messungen vorliegen, im November 1903 kleiner als im Mai 1904, und die jährliche Periodizität tritt somit klar hervor. Es ist ferner von Interesse zu sehen, daß die Differenz zwischen den beiden Monaten wiederum nur ein Bruchteil ist von dem durchschnittlichen Unterschied zwischen den ω's der 5 m-Schicht im Frühjahr und Herbst inmitten der Nordsee; und falls dies sich durch weitere Untersuchungen als eine konstante Erscheinung herausstellt, wird es ja bedeuten, daß die zentrale Nordsee nicht nur im Nordosten, sondern auch im Süden an Küstengebiete grenzt, wo die jährliche ω-Periode in 5 m sich von den Verhältnissen inmitten der Nordsee merklich abhebt.

Die holländischen ω's sind recht niedrig im Vergleich mit den im vorhergehenden diskutierten, titrimetrisch bestimmten Sauerstoffprozentsätzen; und die Annahme liegt nahe, daß dies zum Teil der benutzten volumetrischen Methode zuzuschreiben ist.

Eine der Ursachen, die die jährliche ω-Periode an den verschiedenen Orten bedingen, ist ja sicherlich in der Tatsache zu suchen, daß das vegetabilische Plankton in dem hellen Halbjahr mehr Sauerstoff erzeugt als in dem dunklen. Ferner wird die Erwärmung des Wassers im Frühjahr und die Abkühlung im Herbst eine gewisse Neigung zu Übersättigung mit Sauerstoff in ersterer und Untersättigung in letzterer Jahreszeit hervorrufen. Wie groß die Wirkung jedes einzelnen dieser Momente für sich auf die resultierende Sauerstoffspannung ist, und wie viel der von Tieren und toten organischen Stoffen verursachte Sauerstoffverbrauch im Laufe des Jahres schwankt, läßt sich zur Zeit wohl kaum eingehender klarlegen; und in betreff der Ursachen der örtlichen Verschiedenheiten der Periode kann man deshalb nur Mutmaßungen aussprechen. So erscheint es natürlich, anzunehmen, daß die verschiedenen Tier- und Pflanzenarten, die je nach den wechselnden, hydrographischen Verhältnissen im Plankton einer gewissen Jahreszeit in den verschiedenen Gebieten vorherrschen, nicht alle einen gleich lebhaften Stoffwechsel besitzen, und daß ihr Anteil an dem Sauerstoffverbrauch bzw. der Sauerstofferzeugung daher auch kaum ihrer Individuenanzahl oder ihrem Gesamtvolumen proportional schwankt.

Da die Verhältnisse überhaupt so wenig bekannt sind, kann es vielleicht von einigem Interesse sein, darzutun, daß die Höhe der Sauerstoffprozentsätze im Frühjahr nicht, wie man vielleicht erwarten könnte, mit der Stärke der Erwärmung des Wassers parallel läuft. Aus den im Bulletin trimestriel 1906—07, Partie Supplémentaire S. 75 bis 76 angeführten Tabellen kann man nämlich in erster Annäherung die Größe b der halben Jahresschwankung der Mitteltemperatur in 5 m an den am häufigsten besuchten Quartalstationen berechnen; und weil b der Steigerung der Mitteltemperatur pro Zeiteinheit im Mai

einigermaßen proportional ist, kann b folglich als maßgebend für die Geschwindigkeit betrachtet werden, mit der die Frühjahrserwärmung in 5 m normaliter vonstatten geht.

Als Mittelwert für die zentrale Nordsee bekommt man dann aus den Stationen D 3, 4, 5, 6 und 13: b = 4° 2,
während man aus den Stationen D 7, 8, 9 und 10 für die Norwegische Rinne erhält: b = 5° 0.

Die größere Übersättigung gehört also vielmehr dem Gebiete der langsameren Erwärmung an; und allein maßgebend für die Frühjahrsübersättigungen kann die Erwärmung des Wassers also jedenfalls nicht sein.

Die jährliche Periode von ω ist sicherlich überhaupt mehr eine biologische als eine physikalische Erscheinung.

Es ist ferner zu bemerken, daß große Übersättigungen im 5 m-Niveau im Mai auch nicht von großen vertikalen Differenzen des spezifischen Gewichtes bedingt sind. Dies geht deutlich aus folgender Tabelle hervor; sie zeigt erstens die vier höchsten vorhandenen ω's in 5 m und die gleichzeitigen Differenzen zwischen den spezifischen Gewichten des Bodenwassers (größte Tiefe: 105 m an D 18, kleinste: 60 m an D 5) und des Oberflächenwassers an, zweitens einige Stationen in der Norwegischen Rinne, wo schon die Differenz des spezifischen Gewichts zwischen 20 m und der Oberfläche sehr groß ist.

Station	D 18	D 4	D 5	D 5 A	D 10	D 8	D 9	Station
Zeitpunkt	Mai 08	Mai 07	Mai 06	Mai 08	Mai 06	Mai 06	Mai 06	Zeitpunkt
ω	116	112	111	110	101	101	102	ω
σ_t - Differenz (Boden - Oberfläche)	0.25	0.09	0.17	0.37	6.22	6.79	8.98	σ_t - Differenz (20 m-Oberfläche.)

Die höchsten, überhaupt in der Nordsee beobachteten Übersättigungen wurden dagegen im August 1905 in intermediären Schichten in der Norwegischen Rinne vorgefunden.

Dieses entspricht den Beobachtungen in den dänischen Gewässern, wo die höchsten ω's im Mai und August in oder unweit derjenigen Zwischenschichten vorkommen, wo der vertikale Gradient des spezifischen Gewichts am größten ist. Wie J. P. Jacobsen in seiner oben zitierten Arbeit gezeigt hat, muß dies eine biologische Erscheinung sein. Im August 1905 sind die Verhältnisse der Entwickelung hoher Sauerstoffprozentsätze in den mittleren Schichten offenbar ungemein günstig gewesen; die größten Werte aus der Norwegischen Rinne sind in untenstehender Tabelle in Verbindung mit einigen ungefähr gleichzeitigen Maximis aus den dänischen Gewässern wiedergegeben. Wir ziehen Station D Nordsee 6 mit heran, obschon sie im vorhergehenden zu dem zentralen Teil der Nordsee gerechnet wurde; tatsächlich liegt sie an der Grenze zwischen beiden Gebieten, und es beruht in jedem einzelnen Fall auf den Umständen, ob man sie zu dem einen oder anderen Gebiet rechnen will. Leider können wir in der Tabelle keine typische Station aus der Mitte der Nordsee aufnehmen, da hier keine Bestimmung von ω in denjenigen mittleren Schichten vorliegt, welche den Übergang zwischen der warmen Oberschicht und der kalten Bodenschicht bilden.

D a 26 (Großer Belt) 1. August 1905	D a 18 (Kattegat) 1. August 1905	D a 4 (Kattegat-Skagerrak) 2. August 1905	D Nordsee 10 (Norwegische Rinne) 17. August 1905	D Nordsee 6 14. August 1905
20 m: 122 %	40 m: 115 %	30 m: 119 %	15 m: 117 %	40 m: 117 %
		40 m: 119	20 m: 118	
		50 m: 113	30 m: 123	
			40 m: 110	

Sehr eigentümlich ist ferner der Unterschied zwischen den Sauerstoffprozentsätzen an den beiden naheliegenden Stationen D Nordsee 9 und 10; sie wurden an demselben Tage untersucht und liegen nur etwa 22 Sm voneinander. σ_t und ω in den oberen Schichten betrugen:

	D Nordsee 9		D Nordsee 10	
	σ_t	ω	σ_t	ω
5 m	21.34	100	22.04	—
10	22.68	102	22.20	101
15	23.46	102	25.50	117
20	24.21	102	26.60	118
30	25.33	102	27.02	123
40	25.92	100	27.41	110
50	26.54	100	27.51	95

Wie man sieht, sind die Sauerstoffprozentsätze an den beiden Stationen so verschieden, daß man aus den Messungen an der einen Station keine Schlüsse in betreff der Verhältnisse an der anderen Station hätte ziehen können, und die gesamten Faktoren, die die Sauerstoffentwickelung bzw. den Sauerstoffverbrauch bedingen, können augenscheinlich an nahe beieinander gelegenen Stationen mit sehr ungleicher Intensität wirken.

Daß die vertikalen Mischungsprozesse in den mittleren Schichten der Norwegischen Rinne so schwach sind, daß sie das Entstehen großer, vertikaler Gradienten in ω nicht verhindern können, zeigt sich an D 10 sowohl auf der Strecke 10 bis 15 m, wo auch der σ_t-Gradient groß ist, als auf der Strecke 30 bis 50 m, wo die σ_t-Gradienten bereits recht mäßig sind; und daß die annäherungsweise horizontalen Zirkulationen innerhalb Wasserschichten desselben spezifischen Gewichts im Sommer auch nicht stark genug sind, um zu verhindern, daß sich senkrecht zur Längsrichtung der Norwegischen Rinne große Differenzen in ω auf kurze Entfernungen bilden können, sieht man z. B., wenn man die Verhältnisse in 15 m an D 10 und 30 bis 40 m an D 9 vergleicht.

Daß der Unterschied zwischen den beiden Stationen kaum auf einem reinen Zufall beruht, ist aus folgenden Serien vom 22. August 1906 ersichtlich (von denen die hier mitgeteilten Messungen sicherlich alle bis auf eine volumetrisch sind):

	D 9		D 10	
	σ_t	ω	σ_t	ω
5 m	24.38	99	23.21	100
10	24.82	97	23.29	107
20	25.12	96	24.41	107
30	25.31	95	26.76	107
40	26.30	102	27.23	96
50	26.98	95	27.34	91

In beiden Sommern erreichten die intermediären Übersättigungen also höhere Werte mitten in der Norwegischen Rinne als näher an der norwegischen Küste. Die Differenz zwischen den beiden Stationen ist nun allerdings nicht so groß wie im Jahre 1905; ist aber doch deutlich ausgesprochen und beträgt in gewissen Schichten 12 %. Vergleichen wir die Messungen aus den beiden Sommern an D 10, so ergibt sich ein bedeutender Unterschied, indem das intermediäre Maximum von ω im Jahre 1905 um 16 % höher war als im Jahre 1906. Die Faktoren, welche die Übersättigungen bedingen, können also an demselben Orte in den verschiedenen Jahren mit sehr ungleicher Intensität wirken.

Eine ähnliche Vergleichung wie die oben zwischen D 9 und D 10 angestellte, läßt sich leider nicht zwischen D 7 und D 8 ausführen, da für die oberen Wasserschichten keine erschöpfenden Sommerserien an D 7 vorliegen. An D 8 fand man indessen am 18. August 1906:

5 m : 99 %, 10 m : 99 %, 20 m : 98 %, 30 m : **110** %, 40 m : 94 %,

und dem vorhergehenden zufolge ist es also angemessen, die scharfe „Spitze“ von ω in 30 m als einen Ausläufer aufzufassen, der sich von sauerstoffreichen Schichten mitten in der Rinne gegen die norwegische Küste hin erstreckte.

1905 und 1906 sind die einzigen Jahre, aus denen erschöpfende deutsche Sommerserien aus der Norwegischen Rinne vorliegen. Neuerdings hat aber Torbjörn Gaarder einen von ihm am 15. August 1913 gemachten norwegischen Schnitt von Feje (etwa 60° 45′ N, 4° 43′ O) quer über die Rinne veröffentlicht[1]).

Daraus führen wir folgende Werte von ω an:

	Anzahl Seemeilen von Feje:				
	5	25	45	65	80
0 m	103	110	104	103	103
10	—	110	103	104	103
25	101	105	105	104	102
50	95	94	93	98	98

Die ersten drei Stationen liegen in der Rinne, die beiden letzten auf dem Nordseeplateau. — Auch dieser Schnitt zeigt, daß die größten Übersättigungen mitten in der Rinne vorkommen; und man sieht ferner, daß sie im August bisweilen ganz bis an die Oberfläche reichen.

Vom Mai liegen einige erschöpfende Serien aus den Jahren 1906 und 1907 an den Stationen D 7, D 9 und D 10 vor, aus denen wir folgende Auszüge wiedergeben:

	15. bis 17. Mai 1906			10. bis 11. Mai 1907		
	D 7	D 10	D 9	D 7	D 10	D 9
5 m	102	101	102	106	—	104
10	105	106	102	—	—	—
15	107	106	102	—	—	—
20	105	99	101	106	—	104
30	98	100	102	99	—	98

Mitten in der Rinne (D 7, D 10) wurden also beide Male intermediäre Übersättigungen von mehr als 105 % festgestellt, und es scheint bereits zu dieser Jahreszeit einige Neigung zu höheren ω's weiter seewärts zu herrschen als dicht am Lande.

Im November sind die Übersättigungen verschwunden, und die höchsten Sauerstoffprozentsätze der Wassersäule 10—40 m an den Stationen D 7, 8, 9, 10, 16 und 17 liegen nun in der Regel bei etwa 97 %; doch sind auch Fälle vorgekommen, wo sie sehr nahe bei 100 % liegen. Obgleich σ_t auch in dieser Jahreszeit mit wachsender Tiefe unter der Oberfläche zunimmt, so daß vertikale Konvektionsströme ausgeschlossen sind, sind die Sauerstoffprozentsätze der oberen Wasserschichten jetzt doch meist sehr gleichmäßig. Untenstehende Messungen von D 9 am 21. November 1906 zeigen uns einen Fall, wo die vertikalen Temperatur- und Salzgehaltgradienten zu groß sind, als daß vertikale Mischungsprozesse überhaupt in nennenswertem Grade zur geringen senkrechten Variation von ω hätten beitragen können:

	20 m	30 m	40 m	50 m
t°	7°.86	10°.70	11°.63	11°.62
S ‰	28.48	31.94	33.52	33.87
ω	96	94	93	92

Im August 1905 war ω an gewissen Stellen noch in 40 m Tiefe größer als 105 %, was bisher in 50 m aber noch an keinem Orte der Fall war. In dieser Tiefe liegen an den Stationen D 7 bis 10 sowie D 16 und 17 aus allen Jahreszeiten insgesamt 23 titrimetrische Messungen von ω vor; der größte Betrag unter ihnen ist 100.2 %, und $^2/_3$ aller Messungen liegen im Intervall 92 bis 97 %.

[1]) Bergens Museums Aarbok 1915/16. Naturvidensk. række Nr. 2, S. 165 u. 200.

Wir betrachten demnächst die Sauerstoffprozentsätze des Bodenwassers und beginnen mit der Norwegischen Rinne.

A. Der äußere Querschnitt D Nordsee 7 bis 8.

Untenstehende Tabelle enthält alle in der Nähe des Bodens angestellten Messungen von ω an diesen beiden Stationen; die vor November 1904 ausgeführten Analysen sind volumetrisch, der Rest titrimetrisch. Die mittlere Tiefe von ω ist an D 7 281 m und an D 8 327 m.

	D Nordsee 7				D Nordsee 8			
	August	November	Februar	Mai	August	November	Februar	Mai
1902—1903	84	77	—	—	81	79	—	92
1903—1904	—	—	—	—	—	82	—	—
1904—1905	—	85	99	97	—	—	—	89
1905—1906	88	85	—	94	87	84	—	94
1906—1907	—	85	—	88	88	88	—	—
1907—1908	—	84	89	—	—	—	95	91

Die Sauerstoffprozentsätze des Bodenwassers haben also eine ausgeprägte jährliche Periode; an jeder Station sind sämtliche ω's aus dem Monat Mai größer als sämtliche aus dem Monat November vorliegenden.

Man muß selbstverständlich darauf gefaßt sein, daß die Intervalle vom November und Mai ineinander eingreifen werden, wenn das Beobachtungsmaterial hinlänglich groß wird; und bereits jetzt findet sich an Station D 8 nur ein Unterschied von 1 % zwischen dem niedrigsten ω im Mai und dem höchsten ω im November. Man darf doch aber aus der Tabelle folgern, daß auch bei langen Beobachtungsreihen eine überwiegende Mehrzahl von niedrigen ω's im November und von hohen ω's im Mai vorliegen wird.

Der Unterschied zwischen aufeinander folgenden Sauerstoffprozentsätzen im Mai und November unterliegt großen Schwankungen.

So ist es an D 7 ein Unterschied von 12 % zwischen ω im November 1904 und im Mai 1905, aber nur ein Unterschied von 3 % zwischen ω im November 1906 und im Mai 1907; und an D 8 ein Unterschied von 13 % zwischen ω im November 1902 und im Mai 1903, aber nur ein Unterschied von 5 % zwischen ω im Mai und November 1905.

Ein Teil dieser Schwankungen rührt natürlicherweise davon her, daß der Monatsdurchschnitt von ω in jedem einzelnen November oder Mai in den verschiedenen Jahren verschieden ist. Man muß aber auch erwarten, daß ω von Tag zu Tag kurzwierigen Schwankungen unterliegt, und einen wie großen Einfluß dies auf die angeführten Differenzen hat, läßt sich noch nicht klarlegen.

An jeder Station wurde der höchste, bisher vorgefundene Sauerstoffprozentsatz im Winter beobachtet.

Er beträgt 99 % an D 7, 95 % an D 8. — Der höchste Vierteljahrswert wird also oft schon im Winter eintreffen. Daß in der Norwegischen Rinne aber auch Schwankungen vorkommen können, deren höchster Vierteljahrswert erst im Mai eintrifft, geht aus folgender Serie in 240 bis 235 m an D Nordsee 16 hervor:

1. September 1907	28. November 1907	4. März 1908	23. Mai 1908
89 %	84 %	86 %	92 %.

Der Zeitpunkt des Eintreffens des Maximums ist also augenscheinlich etwas abhängig von zufälligen Umständen, aber in großen Zügen ist die Ursache dieser Periode der Sauerstoffprozentsätze leicht verständlich. Das im Winter und Frühjahr in die tiefen Schichten einströmende Wasser ist im Herbst und Winter in der Nähe der Rinne durch Konvektionsströme mit der Oberfläche in lebhaftem Kontakt gewesen. Es ist dadurch mit Sauerstoff beinahe gesättigt worden, und sein ω wird nur wenig reduziert, bevor es an den Observationsplätzen ankommt. Hier

wird es, je nachdem es in größeren oder kleineren Mengen eintrifft, entweder das bereits vorhandene sauerstoffarme Bodenwasser verdrängen oder sich damit vermischen und nach Umständen eine stärkere oder schwächere Steigerung des Sauerstoffprozentsatzes der Unterschicht hervorrufen. Die Temperatur- und Salzgehaltbeobachtungen im Februar 1905 zeigen sogar, daß das Bodenwasser bei D 7 damals mit der homogenen Wassersäule bei D 6 in direkter Verbindung stand; ozeanisches Wasser, das im Winter die Tiefenschichten der Norwegischen Rinne erneuert, strömt also nicht immer in der Längsrichtung hinein; es kann auch vom Rand der Rinne den Abfall entlang abwärts sinken. Im Sommer haben die thermischen Konvektionsströme dagegen überall aufgehört, und es steht nur eine dünne Oberschicht durch mechanische Mischungsprozesse in einigermaßen lebhafter Verbindung mit der Oberfläche; die Wassermassen, die im Herbst als Tiefenwasser ankommen, waren also auf einer langen Strecke des Weges ohne Verbindung mit der Atmosphäre; offenbar befanden sie sich auch in so großen Tiefen, daß sie von organischer Sauerstoffentwickelung ziemlich unbeeinflußt blieben, und sie treffen daher mit verhältnismäßig niedrigem ω ein. — Ob sich auch periodische Schwankungen der biologischen Verhältnisse des Tiefenwassers geltend machen können, ist zur Zeit noch unbekannt.

B. Der innere Querschnitt D 10 bis 9.

Die untenstehende Tabelle enthält alle Bestimmungen von ω des Bodenwassers; die mittlere Tiefe von ω ist 213 m an D 10 und 436 m an D 9. Der im August 1903 an D 9 angegebene Wert von ω ist etwas unsicher, da die Temperaturangabe fehlt; die Temperatur läßt sich auf etwa 6° abschätzen. Auch hier sind die vor November 1904 angestellten Messungen volumetrisch, der Rest titrimetrisch.

	D Nordsee 10				D Nordsee 9			
	August	November	Februar	Mai	August	November	Februar	Mai
1902—1903	83	81	—	94	83	84	—	84
1903—1904	—	—	—	—	c. 87	—	—	83
1904—1905	—	—	—	89	—	—	—	91
1905—1906	—	84	—	93	89	86	—	91
1906—1907	86	—	—	—	89	86	—	91
1907—1908	—	79	98	94	—	—	84	—

Die Lage der mittleren Isohalinen zeigt, daß während im äußeren Querschnitt der Kern der gegen das Skagerrak einströmenden salzigen Unterschicht im allgemeinen auf der Kante der Norwegischen Rinne liegt und das Bodenwasser bei D Nordsee 6 bildet, liegt er hier im inneren Querschnitt in den tiefen Wassermassen bei D 10; das Bodenwasser dieser Station muß deshalb mit den im Winter und Frühjahr aus dem Ozeane kommenden sauerstoffreichen Wassermassen in lebhafter Verbindung stehen, und man sieht denn auch:

> Im inneren Querschnitt haben die ω's der Stromkerne fortwährend eine markante jährliche Periode, und sie sind im Mai oft mehr als 10 % größer als im November.

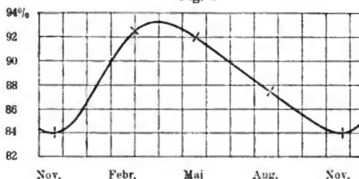
Anderseits kann die Differenz auch bis zu 5 % sinken, wie die Beobachtungen in Mai—November 1905 zeigen. — Auch bei D 10 ist der höchste Sauerstoffprozentsatz im Winter gefunden; und vom November 1907 bis Februar 1908 stieg ω um nicht weniger als 19 %.

In den tiefsten Schichten des inneren Querschnittes ist die Periodizität dagegen weniger ausgeprägt. Bei D 9, die außerhalb des Stromkernes und dicht am Lande liegt, kommen zwar Zeiträume vor, wo ω eine regelmäßige Periode mit einem Unterschied von 5 % zwischen Mai und November zeigt; aber es kommen auch Zeiträume vor, wo der Unterschied zwischen den beiden Jahreszeiten verschwindet.

Die Tabellen beider Querschnitte sind in solcher Weise behandelt, daß die Resultate nicht von der Frage über einen kleinen systematischen Unterschied zwischen den volumetrischen und den titrimetrischen deutschen ω's berührt werden.

In untenstehender Figur ist aber ein erster Versuch gemacht, die durchschnittliche jährliche Periode des ω für den größten Teil des Bodenwassers der Norwegischen Rinne graphisch darzustellen; und um hier ein so homogenes Material wie möglich zu verwenden, sind nur die titrimetrischen ω's (aus dem Zeitraum November 1904 bis Mai 1908) berücksichtigt.

Fig. 2.



Die Kurve ist einfach in der Weise konstruiert, daß im genannten Zeitraum für jede einzelne Jahreszeit der Durchschnitt sämtlicher an den Stationen D Nordsee 7, 8, 10, 16 und 17 vorliegenden Boden-ω's sowie der Durchschnitt der dazugehörigen Daten genommen worden ist.

Selbstverständlich gewährt die Kurve nur einen groben Überblick über die Verhältnisse; so gut wie alle Wintermessungen entstammen einem einzelnen Jahre, und die Form der Kurve ist kaum von meiner eigenen subjektiven Meinung unbeeinflußt geblieben. Wie man sieht, steigt die Kurve vom Minimum bis zum Maximum stärker an, als sie sich wiederum vom Maximum bis aufs nächste Minimum senkt. Ob sich dies nun dauernd als geltend ergeben wird, wenn die mittleren Zahlen auf ein größeres Material aufgebaut werden, bleibt vorläufig dahingestellt; man kann doch jedenfalls mit Sicherheit annehmen, daß eine unsymmetrische Form typisch sein wird für die durchschnittlichen Verhältnisse in solchen Jahren, in denen das Maximum von ω bereits im Winter eintritt. Und betrachtet man jede einzelne Station für sich, wird diese Erscheinung um so häufiger eintreffen, je lebhafter die Verbindung zwischen dem Bodenwasser der Station und den im Winter sauerstoffreichen oberen Wasserschichten des Ozeans ist.

Die durchschnittliche jährliche Amplitude läßt sich auf etwa 9 % abschätzen.

C. Das Skagerrak.

Bei weitem die meisten Messungen in dem über 500 m tiefen, zentralen Bassin wurden angestellt an der Station S Skag 7 (ein wenig westlich vom 10°-Meridian); einige sind an S Skag 8 (etwas östlich vom 9°-Meridian) genommen. Sie sind alle volumetrisch.

Wir beginnen mit einer Übersicht über die mittleren Sauerstoffprozentsätze in der Schicht 100 bis 300 m. Diese sind in untenstehender Tabelle dargestellt, indem wir als Ausdruck für die Größe des mittleren Sauerstoffprozentsatzes zu einem gegebenen Zeitpunkt einfach die mittlere Zahl sämtlicher zu diesem Zeitpunkt in der Wassersäule 100 bis 300 m angestellten Messungen von ω an S Skag 7 und S Skag 8 benutzen.

Jahr	Februar bis März	Mai	August	November
1902	—	—	79	—
1903	87	88	—	81
1904	84	85	84	85
1905	82	88	83	81
1906	88	87	80	81
Mittel	85	87	81	82

Obschon die verschiedenen Zahlen dieser Tabelle von recht ungleichem Wert sind, indem einige davon nur eine einzelne Messung von ω vertreten, während andere die mittleren Zahlen von zwei oder drei Einzelmessungen darstellen, so läßt sich doch aus der Regelmäßigkeit der Tabelle schließen:

Im zentralen Becken des Skagerrak sind die mittleren Sauerstoffprozentsätze der Schicht 100 bis 300 m meist größer im Mai als im August-November, und im Durchschnitt haben sie eine jährliche Periode mit einem Maximum im Zeitraum Winter-Frühjahr, einem Minimum im Zeitraum Sommer-Herbst und eine Amplitude von gut 6 %.

Wie man sieht, kann die Periode dann und wann in einem einzelnen Jahre (siehe 1904) verschwinden, aber im ganzen wird die Erscheinung sowohl hier als in der Norwegischen Rinne von einer Regelmäßigkeit beherrscht, die bei so kleinen Schwankungen recht überraschend ist. Es bedeutet, daß die Zufuhr von frischem Winterwasser und von sauerstoffarmem Herbstwasser auch sehr regelmäßige Erscheinungen sind.

Was das Bodenwasser des Skagerrak betrifft, so liegt die überwiegende Mehrzahl von den ω's, die an S Skag 7 und 8 in der Schicht 400 bis 700 m gemessen wurden, im Intervall 81 ± 6 %; und nur wenige sind kleiner als die untere oder größer als die obere dieser beiden Grenzen. Wenn man das Jahr in der Weise in zwei Teile zerlegt, daß man den Monat Mai für sich nimmt und den Rest des Jahres für sich zusammenfaßt, verteilt sich das Material aus den Jahren 1902 bis 1906 in folgender Weise:

	Anzahl von ω		Durchschnitts-ω
	$< 81\frac{1}{2}$ %	$> 81\frac{1}{2}$ %	
Mai	0	7	86 %
Rest des Jahres . .	14	14	81

Also kann man auch in diesen tiefen Schichten eine Abhängigkeit von der Jahreszeit feststellen, indem man findet:

Im Bodenwasser des Skagerrak kommen die hohen ω's durchschnittlich häufiger im Mai als im Rest des Jahres vor. Der Unterschied zwischen den Mittelwerten von ω im Mai und im Rest des Jahres hat eine Größenordnung von etwa 5 %.

Wie schon gesagt, sind die schwedischen Messungen alle volumetrisch; und bei der Diskussion der holländischen Analysen, die auch volumetrisch ausgeführt sind, wurde angedeutet, daß in solcher Weise gewonnene Zahlen wahrscheinlich oft etwas kleiner als titrimetrische ω's ausfallen. Eine ungefähre Schätzung über die Größe der den Mittelzahlen hinzuzufügenden Korrektion bekommt man, wenn man schwedische Messungen im Skagerrak mit deutschen titrimetrischen Beobachtungen in der Norwegischen Rinne und dänischen titrimetrischen Beobachtungen im innersten südöstlichen Teil des Skagerrak vergleicht.

Untenstehende Tabelle gibt nun gleichzeitige ω's in 150 m an D 7 und Da 4, sowie in 200 m an S 7 und 8. Einige wenige der Zahlen sind durch Interpolation ermittelt.

	Nov. 1904	Mai 1905	August 1905	Nov. 1905	Mai 1906	Mittel
S Skag 7—8	85	89	83	79	87	85%
D a 4	78	96	90	82	93	88
D 7	86	93	92	89	93	91

Dies zeigt, daß, falls man die Skagerrak-ω's mit 7 % erhöhte, würde man sicherlich zu hohe Werte bekommen.

Betrachtet man anderseits die Mittelzahl aller vier Quartale als Jahresdurchschnitt des ω, bekommt man aus den Zahlen der 400 bis 700 m-Schicht und aus Fig. 2:

82 % im Tiefenwasser des Skagerrak
89 % am Boden der Norwegischen Rinne.

Obgleich nun das Tiefenwasser im Skagerrak nicht ausschließlich von den Wassermassen erneuert wird, die in der Norwegischen Rinne unmittelbar am Boden liegen, ist es dennoch wohl angemessen, auch hier eine Erhöhung der Skagerrakzahlen um 7 % als übertrieben zu betrachten.

Wählen wir deshalb einen Mittelweg, und denken uns die schwedischen Mittelzahlen um, sagen wir, 4 Einheiten erhöht, so werden die Resultate von den wahren Werten kaum mehr merklich abweichen. Immerhin beruht die Korrektion doch nur auf einer Schätzung, und wir haben deshalb vorgezogen, die ω's alle unkorrigiert mitzuteilen. Für die Feststellung der Periodizitäten ist die ganze Frage natürlich belanglos.

Ehe wir das Skagerrak verlassen, soll noch auf eine recht interessante Tatsache hingewiesen werden:

Obgleich das zentrale Skagerrakbecken eine isolierte Mulde ist, enthält das Tiefenwasser im Jahresdurchschnitt doch reichlich $^4/_5$ der zur Sättigung notwendigen Sauerstoffmenge.

Das Wasser hier ist also geradezu ausgezeichnet ventiliert im Vergleich z. B. zu dem Bodenwasser der nicht einmal 100 m tiefen Mulde östlich von Bornholm.

Das seichte Kattegat kann gewissermaßen als ein Fjord aufgefaßt werden, dessen Bodenwasser aus den mittleren Schichten des Skagerrak herstammt, und das Kattegat ähnelt denn auch einem Fjord darin, daß das Bodenwasser der inneren Teile stark mit Sauerstoff untersättigt werden kann. Eine eingehende Erörterung des jährlichen Verlaufes von ω in den inneren dänischen Gewässern findet man in J. P. Jacobsens oben zitierter Arbeit.

D. Auch an der Kante der Norwegischen Rinne, wo die Tiefen verhältnismäßig gering sind, haben die Sauerstoffprozentsätze des Bodenwassers eine ausgeprägte jährliche Periode.

Dies geht aus den Messungen an Station D Nordsee 6 hervor, deren Bodenwasser (wie schon gesagt) dadurch von besonderem Interesse ist, daß es zum Kern der gegen das Skagerrak einströmenden salzigen Unterschicht gehört. Untenstehende Tabelle enthält alle ω's am Boden dieses Platzes. Sie sind aus einer mittleren Tiefe von 97 m, und die gleichzeitigen Salzgehalte schwankten zwischen 35.13 und 35.30 ‰.

	August	November	Februar	Mai
1902—1903	82	78	—	95
1903—1904	75	—	—	—
1904—1905	—	81	101	—
1905—1906	87	81	—	94
1906—1907	—	—	—	—
1907—1908	—	—	—	96
Mittel	81	80	(101)	95

Der durchschnittliche Unterschied zwischen Mai und November ist 15 %, also etwa dreimal so groß wie der entsprechende Unterschied in 100 bis 300 m an S Skag 7.

Im Winter kann die ganze Wassermasse von der Oberfläche bis auf den Boden an D 6 vollständig homogen sein, und das Bodenwasser wird dann direkt durch Konvektion ventiliert. Dies war z. B. im Februar 1905 der Fall; es gilt aber nicht von allen Winterserien, und ω ist dann kaum ganz so hoch wie bei der genannten Gelegenheit. Im Herbst sind Konvektionsströme in der Regel ausgeschlossen,

da das Wasser an D 6 noch im November an der Oberfläche bedeutend süßer zu sein pflegt als am Boden; am 26. November 1907 fand doch augenscheinlich ein (nicht absolut vertikaler) Konvektionsprozeß statt, der bis auf eine Tiefe von über 75 m unter die Oberfläche reichte. Es ist also möglich, daß das Bodenwasser an D 6 dann und wann bereits früh im Winter mit der Oberfläche in direkte Verbindung kommen kann, und dann werden wir ein recht plötzliches Ansteigen des ω des Bodenwassers von ziemlich niedrigen bis auf hohe Werte erwarten müssen.

E. Die Sauerstoffverhältnisse der Unterschicht im zentralen Teil der Nordsee.

Die Sauerstoffverhältnisse der Unterschicht von D 6 bilden einen Übergang zu den Verhältnissen in dem kalten Bodenwasser im zentralen Teil der Nordsee nördlich der Doggerbank, wo man bei weitem die größten, jährlichen Schwankungen antrifft, denen die Sauerstoffprozentsätze überhaupt in irgendeinem Teil und in irgendeiner Tiefe der hier behandelten Gebiete unterliegen.

Hier liegen die drei Stationen D Nordsee 3 (dicht nördlich der Doggerbank), D Nordsee 4 und D Nordsee 5 (letztere auf der Großen Fischerbank); die Tiefen, in denen das ω des Bodenwassers gemessen wurde, schwanken an D 3 zwischen $62^1/_2$ und 71 m, an D 4 zwischen 76 und 94 m und an D 5 zwischen 59 und 68 m.

Im Winter kann man in diesem Gebiet nicht zwischen Ober- und Unterschicht sondern, und an allen Stationen steht das Bodenwasser durch kräftige Mischungsprozesse thermischer und mechanischer Art in lebhafter Verbindung mit der Oberfläche. Im Frühjahr beginnt ein Unterschied des spezifischen Gewichtes zwischen den oberen und unteren Schichten sich zu entwickeln, und im Sommer ist die Unterschicht durch die bedeutend leichtere Oberschicht gänzlich von der Atmosphäre abgesperrt. Im Herbst werden wiederum die Oberflächenabkühlung und die durch die unruhigen Witterungsverhältnisse hervorgerufene Steigerung der mechanischen Mischungsprozesse eine vorwärtsschreitende Homogenisierung verursachen, die sich allmählich abwärts auf immer größere Tiefen unter der Oberfläche verbreitet. In der untenstehenden Tabelle bezeichnet „November I" den ersten Teil des Herbstes, in dem noch ein deutlicher Unterschied zwischen der oberen und niederen Wasserschicht besteht; dagegen bezeichnet „November II" den Rest des Herbstes, in dem die Konvektionsströme ganz bis auf den Boden reichen. Der Zeitpunkt, an dem der Übergang zwischen den beiden Zeiträumen stattfindet, schwankt an jeder Station bedeutend Jahr um Jahr, und schwankt auch in demselben Jahr von Station zu Station je nach der Bodentiefe. So gehört an D 3 der 17. November 1905 zu „November II", aber der 30. November 1907 zu „November I"; und der 15. November 1904 gehört an D 4 zu „November I", an D 5 zu „November II".

In den Fällen, wo im „November I" Messungen von ω stattfanden, betrug die Temperaturdifferenz zwischen 5 m und dem Boden **2°6** bis **1°3**; aber im „November II" sowie im Winter war die Temperaturdifferenz zwischen 5 m und dem Boden nur einmal positiv (nämlich + **0° 10**), und in den übrigen Fällen lag sie im Intervall **0°00** bis — **0°06**, war also von ganz derselben Größenordnung wie die rein zufälligen, kurzwierigen Temperaturschwankungen.

	D Nordsee 3					D Nordsee 4					D Nordsee 5 (und 5 A)				
	Aug.	November I	November II	Febr.	Mai	Aug.	November I	November II	Febr.	Mai	Aug.	November I	November II	Febr.	Mai
1902—1903	—	48		93	94	73	60	—	—	95	77	56	—	—	94
1903—1904	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1904—1905	—	—	—	84	95	—	67	—	100	95	—	—	94	—	94
1905—1906	—	—	98	—	90	86	—	94	—	93	91	—	96	—	103
1906—1907	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99	—	—	—	—	—
1907—1908	—	59	—	98	95	—	73	—	—	98	—	—	—	—	97

»Februar« umfaßt auch eine Messung vom 7. März; »Mai« drei Messungen vom 28. bis 29. April.

Die Sauerstoffprozentsätze haben also eine sehr ausgeprägte jährliche Periode, und was namentlich auffällt, ist der große Unterschied des Sauerstoffgehaltes des Bodenwassers vor und nach der Verwischung der vertikalen Schichtung.

Die Sauerstoffprozentsätze erreichen ihre niedrigsten Werte in dem Teil des Herbstes, wo der Unterschied zwischen Ober- und Bodenschicht noch nicht verwischt ist; und sie sind im Gegenteil dem Sättigungspunkt nahe in dem letzten Teil des Herbstes, wo die Schichtung verschwunden ist. Noch wenn der Temperaturunterschied zwischen Ober- und Unterschicht unter 2° hinabgesunken ist, kann ω am Boden von D 3 und im Bodenwasser der Großen Fischerbank in der Nähe von 60 % sein.

Letzteres fand man nämlich am 30. November 1907, wo die Temperatur an D 3 in 5 m Tiefe 8°98 und in 70 m Tiefe 7°31 war, sowie am 13. November 1902 an D 5, wo die Temperatur in 10 m 8°92 und in 59 m 7°14 war.

Die Sauerstoffprozentsätze bleiben hoch den Winter hindurch, dann und wann jedoch mit unwesentlichen Unterbrechungen; eine solche trat im Februar 1905 an D 3 ein, wo ω in homohalinem und homothermem Wasser in 70 m Tiefe nur 84 %, aber sowohl in 5 m als in 50 m 102 % betrug. Solche Fälle müssen wohl zunächst auf zufälligen, lokalen Schwankungen des organischen Sauerstoffverbrauches beruhen.

Die Sauerstoffprozentsätze bleiben fortwährend hoch im Mai, wo die direkte Verbindung zwischen Boden und Oberfläche schon unterbrochen ist, und es kommt sogar vor, daß das Bodenwasser auf der Großen Fischerbank in einer Höhe von nur 2 m über dem Boden in dieser Jahreszeit mit Sauerstoff übersättigt sein kann. Eine merkbare Reduktion von ω tritt erst im Sommer ein; jedoch kann der Sauerstoffprozentsatz an D 4 und 5 noch Mitte August 86 bis 91 % betragen, und in solchen Jahren wird ω wohl kaum im Laufe des Herbstes auf sehr niedrige Werte herabsinken können.

Die niedrigen Sauerstoffprozentsätze zu Anfang des Herbstes sind charakteristisch für die ganze Unterschicht von der thermischen Grenzfläche bis auf den Boden hinab. Die thermische Sprungschicht ist daher auch für die Sauerstoffprozentsätze eine Sprungschicht.

Dies geht aus folgender Tabelle hervor, die sämtliches, diese Sache betreffendes Material umfaßt.

D Nordsee 3, November 1902	D Nordsee 4, November 1902	D Nordsee 4, November 1904
55 m: ω = 56%	60 m: ω = 64%	55 m: ω = 96%
$68\frac{1}{2}$ m: ω = 48%	84 m: ω = 60%	65 m: ω = etwa 70%
$t_{50} - t_{55} = 2°3$	$t_{50} - t_{60} = 2°3$	85 m: ω = 67%
		$t_{55} - t_{65}$ = etwa 2°4

Die Art der hier behandelten Periode ist ja an sich aus zahlreichen Süßwasseruntersuchungen wohlbekannt; es ist aber von Interesse zu sehen, daß sie auch in einem so offenen Gewässer vorkommt wie im zentralen Teil der Nordsee. Man wird schon a priori geneigt sein, anzunehmen, daß der Übergang von den niedrigen zu den hohen Sauerstoffprozentsätzen ziemlich jäh ist; aber wie schnell er im allgemeinen vonstatten geht, läßt sich mit dem vorliegenden Material schwerlich genau bestimmen.

Es dürfte sich oft zeigen, daß ω hohe Werte erreicht, bereits einige Zeit bevor die Temperaturdifferenz zwischen Ober- und Bodenschicht ganz auf Null reduziert ist. Wenn sie nämlich auf einer Station x auf einige Zehntel eines Grades reduziert ist, kann eine zufällige Abkühlung leicht bewirken, daß die Oberschicht an einer Stelle y in der Nähe von x kälter und schwerer wird als das Bodenwasser an Station x, und letzteres wird dann durch „schräge" Konvektionsströme eine starke Sauerstoffzufuhr von der Oberschicht an Station y erhalten können. Es ist somit wahrscheinlich, daß man auch an den oben behandelten Stationen ähnliche Verhältnisse antreffen kann, wie man sie im November 1902 an Station D Nordsee 13 vorfand:

$$t_5 - t_{53} = 0°23;\ \omega \text{ in } 53 \text{ m} = 93\,\%.$$

Vergleichen wir die oben angeführten Sauerstoffprozentsätze aus dem zentralen Teil der Nordsee mit den Tabellen aus anderen Gebieten, so finden wir folgendes interessante Resultat:

> Die niedrigsten Sauerstoffprozentsätze, die überhaupt in den Jahren 1902 bis 1908 in irgendeinem der hier behandelten Teile der Nordsee und des Skagerrak beobachtet worden sind, fanden sich am Boden des offenen Gewässers inmitten der Nordsee.
>
> Selbst in der isolierten Senkung mitten im Skagerrak ist der jährliche Durchschnittswert von ω in der Schicht 400 bis 700 m etwa 20 % höher als die Mittelzahl der in der obenstehenden Tabelle angegebenen ω's von „November I" an D Nordsee 3, 4 und 5.

Die mangelhafte Kenntnis sowohl der Stromstärken als auch der Größe des organischen Sauerstoffverbrauchs, die man bislang hat, gestattet keine exakte Erklärung dieser auffälligen Erscheinung. Es scheint aber bis auf weiteres angemessen, anzunehmen, daß die Hauptursache in einem starken, organischen Sauerstoffverbrauch in der Unterschicht mitten in der Nordsee zu suchen ist.

Kurzwierige Schwankungen der Sauerstoffmengen.

Die Frage von kurzwierigen Schwankungen des hydrographischen Zustandes hat wie bekannt in den späteren Jahren viele Aufmerksamkeit in Anspruch genommen. Es würde auch von Interesse sein, diese Frage in betreff der Sauerstoffverhältnisse zu untersuchen; was man aber bisher darüber weiß, ist nur sehr wenig. Das Material beschränkt sich auf ein paar kurze Serien, die von Dr. A. C. Reichard in der Nähe von Helgoland angestellt worden sind.

Die eine dieser Serien umfaßt 12 Oberflächenmessungen, die mit Zwischenräumen von 1 Stunde von 8h V bis 7h N am 14. September 1906 „im Strome zwischen Helgoland und Düne" ausgeführt wurden. Das Minimum des absoluten Sauerstoffgehalts des Wassers war 5.69 ccm, einem ω von 99.6 % entsprechend; es trat 2h N und 6h N ein. Das Maximum des absoluten Sauerstoffgehalts war 5.87 ccm, einem ω von 102.8 % entsprechend; es trat 3h N ein, und im Laufe einer Stunde unterlag der Sauerstoffprozentsatz also einer zufälligen Schwankung von 3.2 %.

Die zweite Serie umfaßt Messungen jede zweite Stunde in 0 m und 39 m Tiefe von 8h N am 26. September bis 6h V am 27. September 1907 in der „Tiefen Rinne" vier Sm SSW von Helgoland. An der Oberfläche war das Minimum des absoluten Sauerstoffgehalts des Wassers O_2 = 5.91 ccm, einem ω von 100.3 % entsprechend; es trat 4h V ein. Das Maximum von O_2 war 6.18 ccm, einem ω von 104.9 % entsprechend; es trat 6h V ein, und im Laufe von zwei Stunden schwankte ω also um 4.6 %.

Eine bedeutend größere Schwankung fand sich am Boden; hier war:

Minimum von O_2 = 4.94 ccm, einem ω von 85.2 % entsprechend, 12h N (26. September).

Maximum von O_2 = 5.81 ccm; einem ω von 100.3 % entsprechend; 6h V (27. September),

und im Laufe von 6 Stunden schwankte ω somit um 15 %. Die Temperatur blieb im Laufe der 6 Stunden konstant = 15°0, und der Salzgehalt schwankte nur wenig, nämlich von 32.94 ‰ auf 33.17 ‰. Das Bodenwasser stand an diesem Orte nicht in direkter Verbindung mit der Atmosphäre, da man an der Oberfläche

12h N : 14°5 — 30.93 ‰, 6h V : 14°7 — 31.47 ‰

fand; aber sogar an Orten, wo man im Winter homohalines und homothermes Wasser in der ganzen Säule von der Oberfläche bis auf den Boden hat, kann ω dann und wann bedeutenden, zufälligen Schwankungen unterliegen. So fand man an D Nordsee 1:

30. Januar 1908:	8. März 1908:
0 m: 6°0 — 34.70 ‰ — 86 %;	5 m: 4°55 — 34.91 ‰ — 98 %;
39 m: 6°0 — 34.76 ‰ — 86 %.	38 m: 4°53 — 34.94 ‰ — 97 %.

Wie schnell diese Schwankung vonstatten gegangen ist, läßt sich nicht sagen; man sieht aber, daß sie eine Amplitude ähnlicher Größe hat, wie die sehr kurzwierige Schwankung des ω des Bodenwassers bei Helgoland.

Vergleicht man die beiden Fälle, so ist es recht wahrscheinlich, daß sie darauf beruhen, daß der organische Sauerstoffverbrauch an nahe aneinander gelegenen Stellen im Meere merklich verschiedene Größen haben kann.

Von dem oben besprochenen Material abgesehen, liegen nur ganz vereinzelte Messungen des Sauerstoffgehalts des Bodenwassers in der Deutschen Bucht und an dem westjütländischen Küstenflach vor. Da die zufälligen Schwankungen hier augenscheinlich mindestens von derselben Größenordnung sind wie der regelmäßige jährliche Gang von ω, dürfte es geraten sein, eine nähere Erörterung der Verhältnisse zu verschieben, bis wir über mehr Beobachtungen verfügen.

Über die Ursachen der jahreszeitlichen Regenfälle in den westlichen Mittelmeerländern.

Von Dr. W. R. Eckardt, Meteorologisches Observatorium Essen.

(Hierzu Tafel 4 und 5.)

Allgemeine Bemerkungen über das Klima der Mittelmeerländer.

Trotz großer klimatischer Gegensätze, die nicht nur zwischen den nördlichsten Küsten- oder Grenzlandschaften einerseits und zwischen dem äußersten Westen und Osten andererseits, sondern auch auf weit beschränkteren Räumen, nämlich den einzelnen Gliedern der Gesamtlandschaft selbst, bestehen, trägt doch das Klima der Mittelmeerländer einen einheitlichen und stark ausgeprägten Charakter. Dieser aber wird durch nichts anderes bedingt als durch die Niederschläge, und zwar nicht durch ihre Menge, sondern lediglich durch ihre jahreszeitliche Verteilung, insofern, als die kühlere Jahreszeit in der Hauptsache, wenn nicht ausschließlich, die Regenfälle bringt[1]). Somit gehört das Gebiet des Mittelmeeres dem subtropischen Klimatypus, oder besser gesagt dem Etesienklima, d. h. dem ozeanischen Typus des Subtropenklimas, an, der auf die Westküsten der Kontinente beschränkt ist. Aber während in den übrigen Gebieten der Erde mit Winterregen dieser sogenannte echte subtropische Typus nicht viel mehr denn als ein schmales litorales Phänomen auftritt, hat der Klimatypus der Winterregen in den mittleren nördlichen Breiten der Alten Welt gerade da, wo wir die gewaltigste Ausdehnung der Festlandsmassen auf der Erde in der Richtung der Parallelkreise finden, weite Festlandsräume erobert, weshalb man mit Recht auch die Mittelmeerländer als das »klassische Subtropengebiet der Erde« bezeichnet hat. Er herrscht im ganzen Umkreis des Mittelmeergebietes, selbst auf der Wüstentafel von Iran und in einem großen Teile von Turan, weil bei gleichzeitigem Fehlen hoher geschlossener meridionaler Gebirgszüge, wie wir sie in den Subtropen aller übrigen Länder finden, eine ganze Reihe von Meeren oder Meeresteilen tief in die Kontinentalmassen einschneiden, zu denen auch noch binnenländische Wasseransammlungen, wie das Schwarze und Kaspische Meer und schließlich auch der Aralsee, als nicht zu unterschätzende Feuchtigkeitsquellen zu zählen sind[2]). Aber dennoch kann man

[1]) A. Supan, Die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge in Europa, Westasien und Nordafrika. Petermanns Mitteilungen 1890. Heft 12. Vgl. auch: Supan, Grundzüge der physischen Erdkunde. 6. Aufl. Leipzig 1916. S. 172 u. 176.

[2]) Vgl. hierüber A. Woeikow, Die Klimate der Erde. Jena 1887. Bd. II. S. 99 ff.

nicht sagen, worauf bereits A. Supan[1]) frühzeitig aufmerksam gemacht, daß im ganzen Umkreis des Mittelmeergebietes der ozeanische Typus durchaus rein zu finden sei[2]). Denn dazu gehört auch, daß der Frühling verhältnismäßig trockner ist als der Herbst, und daß an den Küsten dieser Gegensatz besonders ausgebildet ist. Dem großen Subtropengebiete der Alten Welt sind zwar Winterregen und trockene Sommer gemeinsam, in den übrigen Jahreszeiten verhalten sich aber vorzugsweise die Küsten- und die Binnenlandschaften ganz abweichend voneinander. Denn die ersteren haben, wie alle Küsten mittlerer und höherer Breiten, Herbstregen, die letzteren Frühlingsregen, und darin ist, wie Supan mit Recht meint, ein Äquivalent der Sommerregen höherer Breiten zu finden, wie ich weiter unten zeigen werde. A. Supan ist der erste gewesen, welcher die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge in Europa, Westasien und Nordafrika dergestalt zum Gegenstand einer Untersuchung machte, daß er die Regenmengen innerhalb der einzelnen Jahreszeiten in Prozente der Jahressumme umrechnete und dann das Nebeneinander, wie es einzig und allein in der kartographischen Darstellung zum Ausdruck gelangt, beachtete. Auch hat Supan mit wenigen, aber treffenden Bemerkungen einige Hauptursachen des jahreszeitlichen Ganges der Niederschläge in jenem Gebiete kurz gekennzeichnet. In etwas eingehender Weise oder im Zusammenhang ist jedoch bis jetzt nach dieser Richtung hin noch kein größeres Gebiet der Erde behandelt worden. Es soll daher unsere Aufgabe sein, die Ursachen dieser eigentümlichen jahreszeitlichen Verteilung im Gebiet des Mittelmeeres, und zwar zunächst im Bereich der Iberischen Halbinsel, bzw. ihrer Umgebung, zu erörtern, indem wir unser Augenmerk in erster Linie naturgemäß auf die Luftdruckverteilung richten. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß wir der Lösung des Problems nur dann mit Erfolg werden näher treten können, wenn wir zugleich auch die Frage kurz beantworten, warum es in den betreffenden Gegenden in den anderen Jahreszeiten nicht oder weniger regnet.

Die Ursachen der verschiedenen Besonderheiten der jahreszeitlichen Regenfälle, wie ihre Dichte, Häufigkeit usw. zu untersuchen, soll jedoch nicht unsere eigentliche Aufgabe sein. Auch soll es nicht im Sinne unserer Arbeit liegen, daß wir zugleich auch die Grenzen der jahreszeitlichen Regenfälle, wie sie bei Darstellung in Prozenten der Jahressumme sich ergeben, genau festlegen. Denn einmal sind trotz des weitmaschigen Netzes der Beobachtungsstationen und trotz anderweitiger Mangelhaftigkeit der Regenbeobachtungen in dieser Beziehung die einzelnen Landschaften, speziell auch der Iberischen Halbinsel, für das Hauptziel unserer Arbeit bereits genügend gekennzeichnet[3]); anderseits aber bedarf es zu einer genauen Festlegung dieser Grenzlinien noch einer geraumen Beobachtungszeit und eines viel engmaschigeren Stationsnetzes der Regenbeobachtungen, da es ein Charakterzug im Klima der Mittelmeerländer ist, daß die Niederschlagsmengen auf verhältnismäßig kleinen Gebietsteilen sowohl absolut wie relativ sehr verschieden sind. Es gibt also für spätere Spezialunternehmungen hier noch lohnende Arbeit genug[4]).

Was speziell die Unterschiede im Wesen der kontinentalen Frühlingsregen von den maritimen Typus widerspiegelnden Herbstregen anlangt, so sind diese selbstverständlich in der verschiedenen Beschaffenheit der Zyklonen in diesen

[1]) a. a. O. Über das Klima der Mittelmeerländer im allgemeinen vgl. auch die Abhandlungen: 1. Th. Fischer, Studien über das Klima der Mittelmeerländer. Petermanns Mitteilungen. Erg. Heft 58. Gotha 1879; 2. A. Philippson, Das Mittelmeergebiet. II. Aufl. Leipzig 1907; 3. H. Krugler, Die Windverhältnisse im östlichen Mittelmeere und seinen Randgebieten. Inaug. Dissert. Berlin 1912; 4. J. v. Hann, Die Verteilung des Luftdrucks über Mittel- und Südeuropa. Wien 1887.

[2]) Thorbecke hat in seiner Abhandlung: »Das ozeanisch-subtropische Klima und die Gebiete der Etesien und Winterregen« (Geogr. Zeitschr. 1910, Heft 5 u. 6) die Polargrenze des Subtropengebietes der Alten Welt näher bestimmt, indem er das Übergangsgebiet mit dem Maximum der jährlichen Niederschlagsmenge im Oktober noch zu den Subtropen rechnete und die Nordgrenze der Polargrenze der regenarmen Sommer gleichsetzte.

[3]) Vgl. unten S. 196, Anmerkung 1.

[4]) Siehe hierüber auch unten S. 205 den Schlußabsatz des Teiles über die Iberische Halbinsel.

beiden Jahreszeiten begründet. Vor allem ist die Zyklonentätigkeit polwärts der Passatgürtel über den warmen Meeren im Herbst lebhafter als im Frühling. Der Wärmeüberschuß des Meeres über das Land ist im Herbst am größten. Dieser ist daher in den Küstengebieten regenreicher als der Frühling. Ferner erwärmen sich im Frühling die Festlandsmassen auch in niedrigeren Breiten, wie in den Subtropen, durchaus nicht vollkommen gleichmäßig, sondern es treten auch dort Kälterückfälle ein, die in der Regel um so empfindlicher sind, je früher eine intensive Erwärmung einsetzt. Erwärmungen und Kälterückfälle sind aber im wesentlichen nichts anderes als die Folgen des besonders in den Übergangsjahreszeiten stattfindenden wechselvollen Spieles der Zyklonen und Antizyklonen, indem eben nicht nur die warmen Luftmassen der niederen und die kälteren der höheren Breiten, sondern auch die stärker erwärmten erdnahen Luftschichten mit den im Frühjahr noch kalten Schichten der höheren Atmosphäre zu einer kräftigen Mischung angeregt werden. Es liegt aber nun infolge des im Frühjahr vorhandenen unstabilen Gleichgewichtszustandes der Luft, die überdies zugleich eine große Diathermansie aufzuweisen hat, auf der Hand, daß die einzelnen Luftsäulen der Vorder- und Rückseite der Zyklonen zu dieser Jahreszeit sowohl hinsichtlich ihrer Temperatur- wie auch Feuchtigkeitsverhältnisse im allgemeinen große Unterschiede aufzuweisen haben. Eine derartige Beschaffenheit der Zyklonen und des Luftmeeres im Frühjahr muß aber für die Au nahme einer größeren Wasserdampfmenge im allgemeinen ungünstiger sein, als es die herbstlichen Verhältnisse zeigen, wo die allgemein fortgeschrittene Erwärmung des Luftmeeres viel geringere thermische Gradienten, vor allem auch auf der Rückseite der Zyklonen bedingen muß. Vor allem aus diesem Grunde pflegen die herbstlichen Regenfälle verbreiteter und ergiebiger zu sein; die Regendichte ist eine viel größere, während die Zahl der Regenfälle und Regentage trotz durchschnittlich größerer Niederschlagsmenge des Herbstes eine geringere sein kann als im Frühjahr. Die größte Regenhäufigkeit gehört zwar auch im Mittelmeergebiet zu einem großen Teil dem Winter an; dagegen pflegt auch hier der Herbst den Winter hinsichtlich der Regenmenge zu übertreffen, weil eben die Herbstregen wegen der größeren Wärme dieser Jahreszeit und des damit verbundenen größeren Dampfgehaltes der Luft ergiebiger sind als die Winterregen[1]).

Die Hauptaufgabe der vorliegenden Untersuchung soll es sein, an der Hand einer Anzahl synoptischer Witterungskarten eine etwas tiefer greifende Auffassung von den Ursachen der jahreszeitlichen Regenfälle zu geben, als sie mit bloßer Zuhilfenahme der rein klimatologisch-statistischen Methode möglich ist. Denn lediglich mit Hilfe des Studiums von Wetterkarten wird die restlose Lösung des von mir hier nur angeschnittenen Problems in späteren Zeiten einmal möglich sein: eine Auffassung, die auch A. Hettner in seiner Betrachtung »Die Klimate der Erde« vertritt[2]).

Die Iberische Halbinsel.

Bezüglich der jahreszeitlichen Regenverteilung herrschen auf der Iberischen Halbinel große Verschiedenheiten. Übereinstimmung herrscht nach J. v. Hann[3]) nur darin, daß die drei Sommermonate, besonders aber Juli und August, überall sehr trocken sind, und daß April, oder Mai und Oktober, fast überall naß sind. Nur im Nordwesten, so besonders zu Santiago, ist der jährliche Gang des Regenfalls ziemlich einfach: mit einem Maximum im Dezember und Januar und einem Minimum im Sommer; doch nehmen die Regenfälle erst südlich von Cabo da Rosa einen subtropischen Charakter an. An der Atlantischen Westküste zeigt sich daneben ein Märzmaximum im Innern, in den beiden Kastilien treten zwei Maxima auf: eines im Mai, das andere im Herbst, und zwar in der Regel im Oktober. Im Osten, etwa von Cabo da Gata bis zur französischen Grenze, wird das Herbstmaximum das Hauptmaximum, gegen welches das Frühlingsmaximum

[1]) Vgl. hierüber auch Thorbecke: »Das ozeanisch-subtropische Klima und die Gebiete der Etesien und Winterregen« a. a. O.

[2]) Geogr. Zeitschr. 1911 S. 426/29.

[3]) Handbuch der Klimatologie. III. Bd. 3. Aufl. S. 103.

mehr oder weniger zurücktritt. Unter solchen Umständen spielen die Monate Mai und Oktober als Wendepunkte in der Jahreskurve des Regenfalles der Halbinsel eine große Rolle[1]).

Um diese Eigentümlichkeiten des Regenfalles verstehen zu können, gehen wir am besten aus von den klimatischen Verhältnissen, wie sie in den extremen Monaten über der Halbinsel herrschen. In diesen verhält sich die Pyrenäenhalbinsel in bezug auf Temperatur, Luftdruck und Windverteilung fast wie ein selbständiger Kontinent, wie Teisserenc de Bort eingehender erörtert hat. Das gilt in fast noch höherem Maße vom Januar als vom Juli.

Im Winter wird infolge des kontinentalen Charakters der Iberischen Halbinsel das von Madeira her sich erstreckende und die Südwestspitze Portugals erreichende subtropische Maximum gewissermaßen nicht nur verstärkt und verlängert, sondern es erlangt über der Halbinsel nicht selten sogar die Bedeutung eines eigenen Aktionszentrums. In der Tat kam nach Hellmann in der Periode 1854 bis 1882 das winterliche zyklonische Extrem nur dreimal, das rein antizyklonale aber achtmal vor. Besonders gegensatzreich waren in dieser Beziehung die Januare der beiden aufeinanderfolgenden Jahre 1881 und 1882. Im ersteren Jahre, wo der Norden Europas einen sehr trockenen und kalten Januar hatte, herrschte über Spanien Tiefdruckwetter: eine Tiefdruckfurche erstreckte sich von der Nordwestecke über die Halbinsel zum westlichen Mittelmeerbecken. Echt typisch für die winterliche Luftdruckverteilung war dagegen der Januar 1882, wo ein abgeschlossenes Hoch über der Mitte der Halbinsel lag und nur der Süden von Zyklonen etwas beeinflußt wurde. Doch läßt sich selbst bei dem zyklonischen Extrem des Winters von 1881 ein polares Ansteigen der Isobaren im Innern der Halbinsel erkennen, so daß der Luftdruck vom Hochlande nach der West- und Ostküste abnimmt, wie Karte 1 (Tafel 4) zeigt. Das Vorhandensein eines winterlichen Hochdruckgebiets ist also dem Eindringen atlantischer Tiefdruckwirbel in das Mittelmeer hinderlich. So können nach Hellmann in Wirklichkeit von Jahr zu Jahr sehr bedeutende Verschiebungen der Grenzen der Regenverteilung vorkommen, welche bewirken können, daß reine Winterregen auch im Innern des Landes bis zum Tajobecken hinaufreichen, während anderseits dieselben bisweilen kaum die Südspitze Europas umfassen. Aus diesem Umstande erklärt sich die so erhebliche Veränderlichkeit der Regenmengen an der Grenze der subtropischen Zone: eine Eigentümlichkeit, die natürlich für die Regenfälle der übrigen Jahreszeiten fast in demselben Maße gilt. Solche Veränderlichkeit darf man überall erwarten, wo benachbarte Gegenden sehr verschiedene mittlere Regenverhältnisse haben. Speziell im Mittelmeergebiet hat sie ihren Grund vor allem auch mit darin, daß hier die Zyklonentätigkeit im allgemeinen weniger intensiv auftritt und auch räumlich eine viel geringere Entwicklung aufzuweisen hat als in höheren Breiten. Denn wenn auch besonders das westliche Mittelmeergebiet öfter in den Wirkungsbereich der großen atlantischen Zyklonen einbezogen wird, so bietet doch die »große Achse des Kontinents« im allgemeinen eine Grenze, die das dem Mittelmeer eigene zyklonale Regime des winterlichen »Troges niederen Luftdrucks« zur Geltung kommen läßt.

Wir können aber über Spanien, abgesehen von einer der mittleren Luftdruckverteilung des Winters sehr ähnlichen häufigen Wetterlage, noch zwei

---

[1]) Eine vortreffliche meteorologisch-klimatologische Studie hat Teisserenc de Bort über die Halbinsel gegeben: »Étude de la circulation atmosphérique sur les continents. Péninsule Ibérique« in Annales du Bureau central météorologique de France. Année 1879. Paris 1880. Auf die Niederschläge wird darin zwar nicht eingegangen, doch dienen die vortrefflichen und zahlreichen Karten über Luftdruck, Temperatur und Wind der vorliegenden Abhandlung mit in erster Linie als Grundlage. Genauer werden die Regenverhältnisse selbst in folgenden Arbeiten behandelt: 1. Angot, Régime des pluies de la Péninsule Ibérique (Annales du Bureau central météorologique de France 1893, Tome I). Weitere Abhandlungen desselben Verfassers finden sich in Annales du Bureau central météorologique de France Tome I 1881, Tome I 1893 und Tome I 1895. 2. G. Hellmann: »Die Regenverhältnisse der Iberischen Halbinsel.« Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. 23. Bd. Heft 6. 1888. S. 307/400. 3. W. Semmelhack: »Beiträge zur Klimatologie von Nordspanien und Portugal«. I. Teil: Die Niederschlagsverhältnisse. Mit 5 Karten und 2 Tafeln. Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte. 1910, Nr. 2.

typische Lagen des hohen Druckes für die Halbinsel unterscheiden: entweder setzt sich, was häufiger der Fall ist, der hohe Luftdruck von Madeira her bis über Spanien (und nicht selten bis Frankreich) fort, oder hoher Luftdruck lagert über Frankreich und sendet eine bis Südspanien reichende Hochdruckzunge südwärts.

Aus dieser Luftdruckverteilung geht ohne weiteres hervor, daß im Winter weder das Innere der Iberischen Halbinsel noch der Osten, wo in den nördlichen Gebietsteilen das Mistralklima vorherrschend ist, im allgemeinen sehr niederschlagsreich sein können; nur die Westküste sowie Südwestspanien bis zur Sierra Nevada empfangen, abgesehen von den stets mehr oder weniger feuchten Gebirgen der Nordküste, reichlichere Regenfälle, wie Karte 3 (Tafel 14) zeigt. Denn die erstere wird gerade im Winter von zahlreichen Randgebilden von nordostwärts ziehenden Tiefdruckwirbeln berührt, während der Südwesten, und z. T. auch der Süden der Halbinsel, von Zyklonen bestrichen wird, die bei hohem Luftdruck über dem Norden der Halbinsel in der Gegend der Straße von Gibraltar dem Mittelmeere zustreben[1]). Es kann kein Zweifel darüber sein, daß nicht nur das unmittelbar östlich der Straße von Gibraltar sich verbreiternde und hier verhältnismäßig warme Mittelmeer, sondern ferner auch der im Winter wärmste südwestliche Teil der Halbinsel den Durchzug der Tiefdruckwirbel fördern muß, insofern, als sich über der Meerenge selbst bis zum Atlasvorland eine schmale Zone höherer Temperatur und zugleich niedrigeren Luftdrucks zu erkennen gibt, die also von vornherein aus thermischen Gründen vorhanden sein dürfte und wohl nicht erst einen Effekt der Depressionsbahnen darstellt. Oft bilden sich Teilminima in dieser Rinne überhaupt erst an der spanischen oder auch weiter westlich an der marokkanischen Küste, um gewöhnlich nach Ostnordost, den Atlas entlang, oder nach Nordost über Korsika und Sardinien hinwegzuziehen[2]). Es kommt hinzu, daß die über dem westlichen Mittelmeer fast ständig vorhandene ausgedehnte Zyklone aspirierend wirkt auf die von Westen heranrückenden Minima und ihr Fortschreiten erleichtern muß, wenn der über Spanien vorhandene Hochdruck keine unüberwindbaren Schranken entgegensetzt, d. h. wenn er nicht zu stabil und zentral entwickelt ist und auch mit seiner Hauptmasse nicht über Südspanien und der Nordwestecke Afrikas, sondern im Norden der Halbinsel oder gar nördlich von ihr lagert.

Die barometrischen Tiefdruckgebiete nehmen demnach einen Verlauf, der bei ostwestlicher Zugrichtung dieser Luftdruckgebilde im wesentlichen nur über den südlichen Teil der Halbinsel führt, und der ihnen von dem kalten Innern, wo im Winter fast ständig die Neigung zu Hochdruckwetter vorhanden ist, vorgeschrieben wird. Dasselbe ist auch noch z. T. in den Übergangsjahreszeiten der Fall, und zwar um so mehr, je näher die einzelnen Monate dieser dem Winter liegen. So erstreckt sich die warme regenbringende Vorderseite mit ihren äquatorialen Winden der über die Halbinsel ziehenden Zyklonen im wesentlichen nur über den südlichen Teil Spaniens und vor allem auch über die Atlasländer, die aus dem gleichen Grunde im allgemeinen noch besser bewässert sind als das südliche Spanien. Die thermisch-barischen Verhältnisse des Innern bzw. des Nordens der Halbinsel haben ferner zur Folge, daß selbst noch im Frühjahr die von Westen heranziehenden Tiefdruckwirbel über der Halbinsel in Richtung der Breitenkreise oft gestreckt oder verzogen erscheinen; es wird also nicht selten im Sinne der Zugrichtung West-Ost eine Deformation der Tiefdruckwirbel bewirkt, wie Karte 2 (Tafel 4) zeigt.

Die West- und Nordküste der Halbinsel empfängt dagegen auch im Winter reichlichere Niederschläge deswegen, weil eben der Kern des Hochdrucks nicht selten über der Mitte der Halbinsel und bisweilen auch weiter südlich oder östlich lagert. So können die Randgebilde der von Westen oder Südwesten heranrückenden oder auch von der Biskayasee ostwärts oder südostwärts

[1]) Thévénet, Essai de climatologie algérienne, S. 105 ff. Algier 1896. Vgl. auch Thévénet, Recherches sur la prévision du Temps en Algérie, Algier 1905.

[2]) Jedina, Die Teildepressionen des Mittelmeeres und die Borastürme Triests. Met. Zeitschr. 1892. S. 344/46.

ziehenden Tiefdruckwirbel ihren Wirkungsbereich auf die sich hier zum Ozean abdachenden Landschaften ausdehnen, während die unmittelbar im Regenschatten dieser Gebirgszüge liegenden Landschaften und das kontinentale Innere verhältnismäßig trocken bleiben. Denn von den feuchten Südwestwinden werden diese Landschaften weniger berührt, und die im Winter von den ziemlich warmen nördlichen Meeresteilen auf der Rückseite der passierenden Zyklonen wehenden West- bis Nordwestwinde haben ihre Feuchtigkeit größtenteils bereits an die nördlichen Gebirgsländer abgegeben. Dieselbe Regel gilt natürlich auch mehr oder weniger für die übrigen Jahreszeiten, wenn der Zyklonenzug ein ähnlicher ist, wie z. B. Karte 4 (Tafel 4) zeigt.

Wenn in der winterlichen Regenzeit auf der Iberischen Halbinsel der Februar vielfach etwas geringere Niederschlagsmengen aufweist als die übrigen Monate, so hat diese Erscheinung nicht etwa darin ihren Grund, daß der Februar um 10% kürzer ist als seine Nachbarn, denn sie zeigt sich auch, wenn wir uns im Sinne von Angots pluviometrischen Koeffizienten die Zahlen vergegenwärtigen, die die Abweichung der mittleren Monatssummen von jener darstellen, welche einer ganz gleichförmigen Regenverteilung über das Jahr entsprechen würde. Es handelt sich hier vielmehr um eine auf fast ganz Europa sich erstreckende Allgemeinerscheinung. Diese kann daher ihre Ursache auch nur in der allgemeinen Luftdruck- und Temperaturverteilung über einem größeren Teil der Erdoberfläche ihren Grund haben. Die Ursache hiervon ist jedoch noch nicht genügend geklärt; sie hängt aber zweifellos damit zusammen, daß in diesem Zeitraum Festland wie Ozean verhältnismäßig gleich stark abgekühlt sind, so daß die Kondensationsbedingungen zu dieser Zeit des Winters im allgemeinen am wenigsten günstig sind. Auch ist wohl zu bedenken, daß im Februar häufig hoher Druck das Mittelmeer selbst bedeckt und in Mittel- und Nordeuropa föhnige, also vorwiegend trockene Witterung hervorruft, wie es z. B. besonders ausgesprochen 1914 der Fall war. Hinsichtlich der geographischen Verteilung des Niederschlags an sich ist jedoch der Februar vom Vormonat sonst nur wenig verschieden. Erst im März ändert sich die Niederschlagsverteilung namentlich insofern, als das im Januar und Februar trockene Gebiet zwischen dem Flußgebiet des Guadiana und dem Bergland von Granada nunmehr ebenfalls reichlichere Niederschläge empfängt, während der Osten und Nordosten Spaniens noch immer Trockengebiete bleiben. Im April rückt die Zone reichlicherer Niederschläge von Südwesten weiter in das Innere der Halbinsel, so daß das Tajogebiet über den östlichen Teil der Sierra Morena hin bis zum Bergland von Murcia besser bewässert ist, während die andalusische Ebene sowie der westliche und niedrigere Teil der Sierra Morena bereits trockener werden. In diesen Landschaften würde die Regenzeit des Winters vom Februar ab ganz allmählich in die Trockenperiode des Sommers übergehen, wenn nicht der stürmische und gewitterreiche März die Regensumme dieses Monats erheblich steigern würde, ohne die Regenhäufigkeit zu vermehren. In dem für den Monat April geltenden Zustand verharren die zuletzt genannten Gebietsteile der Iberischen Halbinsel im wesentlichen auch im Monat Mai, doch dehnt sich nunmehr das Gebiet reichlicherer Niederschläge gleichzeitig weiter über den ganzen Nordosten aus; nur das von Gebirgsketten rings umgebene Hochland von Altkastilien sowie der obere Tajo und das Ebrotal bleiben wohl hauptsächlich infolge ihrer orographischen Lage verhältnismäßig trocken, ebenso die Küstengegenden des Ostens. Gleichwie im Winter empfangen auch das ganze Frühjahr hindurch die West- und Nordküste der Halbinsel noch ziemlich gleichmäßige und reichliche Regenfälle. Charakteristisch ist demnach für den kontinentalen Typus der Frühlingsregen der Iberischen Halbinsel die Wanderung des Regengebietes von Südwesten, wo es im Januar und Februar nur einen schmalen Küstenstreifen bedeckt, landeinwärts in nordöstlicher Richtung, indem die Küstenlandschaften selbst immer trockener werden. So ist es eine unverkennbare Eigentümlichkeit der jahreszeitlichen Regenverteilung der Iberischen Halbinsel, daß mit der Entfernung von der Küste die Frühlingsregen immer mehr hervortreten.

Die Hauptursache hiervon ist in der Erwärmung zu erblicken, die im Südwesten der Halbinsel beginnt und ebenfalls in nordöstlicher Richtung im Laufe des Frühlings fortschreitet, indem eine Luftauflockerung bewirkt wird. Immerhin hat die Luftdruckverteilung des März insofern noch winterlichen Typus aufzuweisen, als der höchste Luftdruck und die niedrigste Temperatur im Nordosten und, was die letztere betrifft, etwas weniger ausgeprägt, auch im Nordwesten der Halbinsel zu finden sind. Am höchsten, über 15°, ist die Temperatur im Südwesten der afrikanischen Küste, während sich über der andalusischen Tiefebene eine Wärmeinsel von über 14° ausbildet. Die übrigen Isothermen verlaufen etwa den Breitenkreisen parallel durch die Halbinsel, so daß die Temperaturen der umgebenden Meeresteile denen der Festlandsräume in gleicher Breite sehr ähnlich sind. Schon dieser Zustand spricht dafür, daß zum Frühjahr hin der über die Halbinsel gerichtete westöstliche Zug der Tiefdruckwirbel bedeutend erleichtert wird, da ja diese Luftdruckgebilde in der Regel im gleichen Sinne sich verlagern, wie der Isothermenverlauf gerichtet ist.

Der barometrische Gradient ist im Frühling im Durchschnitt nur ziemlich schwach ausgeprägt und von Nordwesten nach Südosten gerichtet, da wir den höchsten Luftdruck im Norden, bzw. Nordwesten der Halbinsel finden. Allein es zeigt sich auch hier, wie wir weiter unten sehen werden, recht deutlich, wie ein Klima durchaus nicht immer durch den vorherrschenden Wind oder die mittlere Luftdruckverteilung genügend charakterisiert wird. Man wird vielmehr die Gesamtheit der Winde berücksichtigen müssen, um deren Beziehung zu den übrigen meteorologischen Elementen zu verstehen. Das geht schon daraus hervor, daß trotz des geringen durchschnittlichen barischen Gradienten der März der Monat der größten Windstärke ist, was jedenfalls mit der starken Luftauflockerung des Frühlings zusammenhängt sowie vor allem damit, daß das kontinentale Innere im Gegensatz zu den warmen Küstengebieten des Südens und Südostens doch noch häufig in diesem Monat klimatische Verhältnisse aufzuweisen hat, die an den Winter erinnern. Wir haben es demnach hier mit einer gesteigerten Wirkung eines im gleichen Sinne gerichteten thermisch-barischen Gradienten zu tun, der eben u. a. zur Folge hat, daß die Windstärke im März viel bedeutender ist, als man aus der mittleren Luftdruckverteilung zu schließen imstande ist. Diese Tatsachen zeigen jedenfalls zur Genüge, daß wir uns auch auf Einzeluntersuchungen charakteristischer Wetterlagen zu den in Frage kommenden Jahreszeiten einlassen müssen, ohne die mittleren Zustände der Atmosphäre in den einzelnen Jahreszeiten zu vernachlässigen. Wir schließen uns daher in dieser Beziehung der Methode von Teisserenc de Bort[1]) an, die er mit folgenden Worten gekennzeichnet hat: »*Les observations simultanées prennent de jour en jour une plus grande importance, mais ce nouveau mode de recherche ne remplace pas les études par la méthode des moyennes dans beaucoup de problèmes que nous offre la Météorologie. Les moyennes sont en effet un instrument puissant pour dégager les caractères dominants des phénomènes, et elles s'appliquent aussi bien à la discussion des cartes journalières qu'aux recherches dites „statiques". Elles marquent, il est vrai, les variations accidentelles; mais elles mettent en relief certaines influences qui jouent un grand rôle par leur action continue, et qui sont trop faibles pour s'accuser nettement dans l'image de la circulation générale à un moment donné.*« Bei einer Beachtung solcher Gesichtspunkte dürfte die vorstehende Abhandlung am besten einer von der modernen Klimatologie geforderten qualitativ-physiologischen Betrachtungsweise gerecht werden, indem sie sich auf den bisher teilweise schon allgemeiner bekannten quantitativ-statistisch gefestigten Ergebnissen aufbaut.

Bemerkenswert ist nun für den März und April, daß gleichwie mitten im Winter zahlreiche Tiefdruckgebiete entweder entlang der afrikanischen Küste oder über Nordafrika selbst nach der Iberischen Halbinsel oder zum Mittelmeere ziehen. Sie haben, wie Figur 11 u. 12 (Tafel 4) zeigen, ihre Geburtsstätte zumeist südwestlich von Spanien, und die über dem Süden der Halbinsel durch die Er-

[1]) a. a. O. S. 18.

wärmung stattfindende Luftauflockerung muß, wie gesagt, für ihre Fortbewegung günstig sein. (Vgl. hier auch die Wetterlagen des Mai in den Karten 10 bis 14, Tafel 4 und 5). Es kommt hinzu, daß im Laufe des Frühlings der barische Gradient über der Halbinsel im allgemeinen geringer wird; daher können sich größere Unregelmäßigkeiten im Isobarenverlauf der Tiefdruckgebiete einstellen, wie wir sie im Winter kaum finden. (Vgl. Karte 8, Tafel 4.) Auch kommt im Frühling der Zug von Tiefdruckgebieten von der Biskayasee nach dem westlichen Mittelmeerbecken mehr in Betracht als im Winter, wie Karte 15 (Tafel 5) zeigt. Es handelt sich hier in der Hauptsache um Tiefdruckgebiete geringerer Ausdehnung, wie sie für niedere Breiten charakteristisch sind. Ähnlich wie März und April verhält sich auch noch der Mai, obwohl dieser Monat sonst im allgemeinen schon sommerlichen Charakter aufzuweisen hat. Doch müssen wir zunächst erst die Eigentümlichkeiten des Sommerklimas der Iberischen Halbinsel ins Auge fassen, um zu einem vollen Verständnis der Ursachen der Regenverteilung im Mai gelangen zu können.

Fast das genaue Gegenteil hinsichtlich der Temperatur- und Luftdruckverteilung des Januar ist auf der Iberischen Halbinsel der Juli, wo wir im Innern Spaniens zwischen Madrid und Sevilla einen von der Isotherme von 29° umschlossenen Wärmeherd finden. Das stark erhitzte Innere der Halbinsel ist jedoch auf allen Seiten von kühleren, im Westen und Nordwesten sogar von auffallend kühlen Luftmassen umgeben, so daß auf einem verhältnismäßig kleinen und in ziemlich niedrigen Breiten liegenden Erdgebiet ein für sommerliche Verhältnisse ziemlich ungewöhnlicher thermischer Gradient besteht.

Im Nordwesten, wo es am kühlsten ist, finden wir auch den höchsten Luftdruck, während sich infolge der durch die starke Erwärmung bewirkten Luftauflockerung über dem Innern der Halbinsel ein barometrisches Tiefdruckgebiet (unter 761 mm) entwickelt. Es liegt ungefähr zentral über der Halbinsel. Über dem westlichen Mittelmeerbecken ist zu dieser Jahreszeit der Luftdruck überhaupt am höchsten. Gegen das Alpenmassiv hin sowie gegen Algier nimmt der Luftdruck ab. Ja, über Nordafrika finden wir etwa südwestlich von Algier ein Minimum unter 758 mm. Es ist also das thermische Minimum Spaniens von dem afrikanischen niedrigen Druck nur durch eine sehr flache Zunge hohen Druckes, die sich über den kühleren südlichen Meeresteilen aufwölbt und nach dem westlichen Mittelmeer erstreckt, getrennt.

Aus der im Juli über der Iberischen Halbinsel vorhandenen Luftdruckverteilung sowie vor allem derjenigen ihrer Umgebung geht aber ohne weiteres hervor, daß, falls die Halbinsel nicht vorhanden wäre, sondern an ihrer Stelle sich eine Meeresfläche ausdehnen würde, über ihrem Gebiete eine Hochdruckzunge langsam abnehmenden Druckes sich bis in das westliche Mittelmeerbecken fortsetzen würde. Die Folge davon wäre, daß über Nordafrika die Winde aus Norden zu noch unumschränkterer Herrschaft im Sommer gelangen müßten, als es tatsächlich der Fall ist, ohne diesem Lande mehr Feuchtigkeit zuzuführen, als es unter den gegebenen Verhältnissen empfängt. Wohl mit Rücksicht hierauf sagt auch Teisserenc de Bort[1]): *»Lorsqu'un centre d'action n'occupe pas sur la terre une grande étendue ou ne présente pas une activité très considérable, il est toujours sous la dépendance de la circulation générale. Un pays généralement chaud ou froid ne fait que modifier la circulation générale dans un certain sens.«*

Nun verstehen wir auch ohne Schwierigkeit die Frage, warum sich selbst die Äquatorialseite des spanischen Minimums durch äußerste Regenarmut auszeichnet. Die atmische Windrose von Madrid[2]) gibt teilweise darüber Aufschluß. Südsüdwest- bis Westwinde, die im Winter Feuchtigkeit bringen, treten im Sommer als trockene Winde auf, ja der herrschende Südwest erscheint sogar (wegen seiner höheren Temperatur) als der trockenste Wind, der die mittlere relative Feuchtigkeit (50 %) um 7 % erniedrigt. Es läßt sich dieser auffallende Charakter des Südwest nur daraus erklären, daß er überhaupt kein eigentlicher

[1]) a. a. O. S. 18.
[2]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Math. Naturw. Klasse. Bd. 64, S. 416.

Monsun sein kann, weil er inmitten der Zone des verlängerten Passates selbst nur ein umgelenkter Passat ist, der nicht aus dem tropischen Atlantischen Ozean, sondern aus der unmittelbaren Umgebung stammt, der also von vornherein die ursprüngliche Eigenschaft, nämlich die der Trockenheit, mit den echten Passatwinden teilt und auf so kleinem Raum diese seine Eigenschaft auch nicht ändern kann, ja sie wird im Gegenteil noch verstärkt durch die verhältnismäßig kühlen Meeresräume der Umgebung. Die Luft ist im Sommer so trocken, daß trotz der teilweise recht starken zyklonalen Bewegung und trotz des auch im Sommer häufigen Zu- und Durchzuges von ozeanischen Tiefdruckgebieten[1]) selbst auf den höchsten Kämmen der Gebirge die Kondensation eine verhältnismäßig recht beschränkte bleibt.

Aus diesem Grunde ist der Sommer der Iberischen Halbinsel überall regenarm bis regenlos.[2]) Zwar kommen auch mitten im Sommer Regenfälle vor, aber sie sind teils sehr unergiebig, teils aber auch wolkenbruchartig, also exzessiv, und stets sehr unregelmäßig. Trotzdem sind, wenn wir das Bild der prozentuellen Niederschlagsverteilung ins Auge fassen, die Niederschläge auch auf der Iberischen Halbinsel in den warmen Monaten, und zwar selbst noch im Sommer, gleichmäßiger verteilt als im Winter, so daß relativ die Binnengegenden sogar beträchtlich feuchter erscheinen als die Küstendistrikte[3]). Folgende Tabelle nach Supan[4]), in der die Regenperiode der Binnenländer in Differenzen der Periode an der Küste ausgedrückt ist, während die für das Küstenland selbst geltenden Zahlen die monatlichen Regenmengen in Prozenten der Jahressumme darstellen, gibt darüber Aufschluß:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Septr.	Okt.	Nov.	Dez.
Westküste . .	11.9	10.1	11.2	9.6	8.1	3.4	1.9	2.2	6.4	10.8	12.4	12.0
Kastilisches Hochland .	— 3.2	— 3.2	— 2.2	— 0.8	+ 4.4	+ 4.2	+ 1.3	+ 0.9	+ 3.0	± 0.0	— 1.6	— 2.8
Ostküste . . .	— 4.3	— 2.2	— 3.4	— 1.2	+ 0.9	+ 0.8	+ 1.8	+ 1.6	+ 7.3	+ 5.7	— 3.6	— 3.4

Selbst in subtropischen Regengebieten kommt demnach der Gegensatz von kalter und warmer Jahreszeit in der gleichen Weise zum Ausdruck wie in den Ländern mit normaler Regenperiode. Nur darin besteht ein Unterschied, daß der Überschuß hauptsächlich auf den Spätfrühling und Frühsommer fällt; aber die Ursache ist in beiden Fällen, wie Supan[5]) auseinandergesetzt hat, die gleiche. In den subtropischen Breiten erreicht die Temperatur früher als bei uns die nötige Höhe, um eine kräftige Verdampfung zu erzeugen, und anderseits sind die Kondensationshemmnisse noch nicht zur vollen Entfaltung gelangt. Im September, bzw. Oktober, je nach der Breitenlage, scheinen die letzteren, wenigstens im westlichen Mittelmeere, wieder im Schwinden begriffen zu sein, da ein zweites Überschußmaximum der binnenländischen Niederschläge eintritt.

Absolut am feuchtesten ist im Sommer auf der Iberischen Halbinsel nur die Nordküste, weil diese nicht selten von Rand- oder Teilwirbeln berührt wird,

[1]) Teisserenc de Bort, a. a. O. Vgl. die Kärtchen auf Tafel 28 und 29.

[2]) Wie wichtig die sommerlichen Wärme- und Luftdruckverhältnisse Spaniens übrigens auch für das Wetter des westlicheren Mitteleuropa sind, geht z. B. daraus hervor, daß die über Spanien liegende Wärmezyklone nicht selten von atlantischen Tiefdruckwirbeln, die im Norden vorüberziehen, angesogen wird und so zu einem Rand- oder Teilgebilde einer ozeanischen Depression werden kann, die dann auch unsere Witterung beeinflußt. Das ist z. B. der Fall gewesen in der Zeit vom 12. bis 15. Juli 1913, wie die Figuren 22 bis 24 (Tafel 5) zeigen. Solche Tatsachen lassen den Wunsch mehr als berechtigt erscheinen, daß nach dem Kriege möglichst auch einige spanische Orte in das Stationsnetz unseres öffentlichen Wetterdienstes aufgenommen würden.

[3]) Vgl. auch die Tabelle beim Abschnitt »Die Atlasländer«, die zeigt, daß dasselbe auch in den Atlasländern der Fall ist.

[4]) Die Verteilung des Niederschlags auf der festen Erdoberfläche. Erg. Heft Nr. 124 zu Petermanns Mitteilungen. Gotha 1898. Vgl. auch Österr. Met. Z. 1884, S. 69.

[5]) Petermanns Mitteilungen. 1890, S. 296.

die sich über der Biskayasee bilden, wie Karte 4 (Tafel 4) zeigt. Doch können die Nordabhänge des Asturisch-Cantabrischen Gebirges auch Steigungsregen bei Nordwinden empfangen, die der sommerlichen spanischen Erwärmungszyklone zuströmen.

Aus Gründen der Temperatur- und Luftdruckverteilung finden demnach die Frühlings- und Frühsommerregen im allgemeinen mit Ablauf des Mai ihr Ende. In diesem Monat ist zwar der sommerliche Typus in der Anordnung der Isothermen schon stark ausgebildet, aber die thermischen Unterschiede zwischen Festland und den umgebenden Meeresteilen erreichen kaum erst den halben Betrag des Unterschiedes von dem im Juli. Es kommt hinzu, daß der Luftdruck im Mai über der Pyrenäenhalbinsel überhaupt nicht nur der niedrigste des ganzen Jahres ist, sondern daß auch der barometrische Gradient sehr gering ist, da nach Teisserenc de Bort die ganze Halbinsel nur von der 761er Isobare umschlossen wird, der, im Westen und Nordwesten, im allgemeinen schon auf dem Meere in einiger Entfernung von der Küste verlaufend, die Isobare von 762 mm folgt. Ein solch geringer Gradient muß die Entstehung von flachen thermischen Zyklonen geringer Ausdehnung fördern und anderseits auch günstig wirken auf den Durchzug von ozeanischen Tiefdruckwirbeln, ganz abgesehen davon, daß sich im Mai infolge thermischer Unterschiede zwischen Meer und Festland der höheren Breiten der hohe Luftdruck auf dem Meere im Nordwesten Europas nördlicher zu verlagern pflegt als in allen übrigen Monaten. Es stehen also die Kälterückfälle des mitteleuropäischen Frühlings mit dem Niederschlagsreichtum des Mai auf der Pyrenäenhalbinsel in einem ursächlichen Zusammenhang. Denn dadurch, daß schon vom April ab bis in den Frühsommer hinein der hohe Luftdruck auf dem Ozean sich nordwärts zu verlagern pflegt, gibt er auch den Tiefdruckwirbeln aus der Richtung von Madeira her Bewegungsfreiheit, wo ja eine Geburtsstätte dieser Luftdruckgebilde liegt; außerdem aber ist ja charakteristisch für die Minima des westlichen Mittelmeergebietes, daß sie zur Entwicklung kräftiger Regenfälle besonders dann Veranlassung geben, wenn im Westen oder Nordwesten ihrer Rückseite der Luftdruck zunimmt.[1] Beispiele für die hier geschilderten Wetterlagen bieten die Karten 10 bis 14 (Tafel 4 und 5).

In dieser Beziehung gleicht also auch noch der Mai den beiden anderen Frühlingsmonaten. Ja, dieser Monat hat gerade in den kontinentaleren Teilen Spaniens überhaupt die größte Gewitterhäufigkeit aufzuweisen. So hat z. B. Murcia im Frühling 37 Gewittertage, die meisten aber im Mai.

Aber auch in dem im Herzen der Halbinsel gelegenen Madrid ist der Mai ebenso einer der gewitterreichsten wie nassesten Monate des Jahres. Aus diesen Tatsachen geht deutlich hervor, daß bei dem hohen Stand der Sonne in niedrigeren Breiten die schon im Frühjahr kräftig stattfindende Luftauflockerung an die sommerliche Jahreszeit in höheren Breiten erinnert. Es sind also die aufsteigenden Luftströme, die sich über den erwärmten Festlandsmassen entwickeln, in erster Linie mit der regenerzeugende Faktor. Aber während im Mai allgemein mehr noch die lokalen Bedingungen vorherrschen, werden diese im Sommer von der größeren Zirkulation der Atmosphäre unterdrückt. So ist im Mai hier der bestimmende Kontinent Spanien, im Juli, August hingegen Asien, Afrika. An der Ostküste, wo es bedeutend kühler ist als in den Binnenlandschaften, und wo aus dem gleichen Grunde die Isobare von 761 mm das Küstengebiet in Gestalt einer flachen Hochdruckzunge bedeckt, während weiter im Innern, und z. T. auch an der übrigen Küste, die Temperatur bereits stärker gestiegen ist, fällt daher selbst im Mai wenig Regen. So ist auch für die spanische Mittelmeerküste lediglich der Atlantische Ozean im Frühling der Feuchtigkeitsspender; es liegt also dieses Küstengebiet im Regenschatten der westlichen und südwestlichen Winde. Dagegen weist die Westküste der Pyrenäenhalbinsel noch verhältnismäßig viel Regen auf und ist noch ebenso feucht wie im September, da sie dem rein ozeanischen Regime angehört, das nur in den drei Sommermonaten dem Wirkungsbereich des verlängerten Passats Platz macht. Der häufige Durchzug von Tief-

[1] Vgl. auch: Thévénet, a. a. O.

druckwirbeln hat zur Folge, daß in Süd- und Südwestspanien im Frühling die Windrichtungen viel ausgeglichener sind als in den beiden extremen Jahreszeiten. Es gibt sich jedoch ein Vorherrschen der Winde aus westlicher Richtung, die als Regenbringer von dem um diese Zeit wärmsten Meeresteile aus der Umgebung der Halbinsel stammen, teilweise sogar im Mai noch kund, wenn auch in diesem Monat an der Südostküste die landeinwärts gerichteten Luftströmungen infolge der stark fortschreitenden Erwärmung bis zu einem gewissen Grade überwiegen müssen.

So ist der Mai noch recht günstig für die Entstehung verbreiteterer Regenfälle; besonders ist auf der Iberischen Halbinsel Kastilien typisch für die Festlandsregen des Mai, die z. B. ein Analogon in der Regenzeit des Hochsommers (Juli, August) in Nordindien und Abessinien bilden. Es folgt dann die sommerliche Trockenzeit, deren Ursache wir erörtert haben. Während dieser empfangen nur die höheren Teile der Nordküste der Halbinsel mäßige, und zwar hinsichtlich ihrer Menge die geringsten Regenfälle während des Jahres. Erst im Laufe des September, wo der hohe Druck in der Umgebung der Pyrenäenhalbinsel wieder geringer wird, indem die Herrschaft des verlängerten Passates zu Ende geht, treten wieder andere Verhältnisse ein, die in ursächlichem Zusammenhang mit der großen Luftdruckumlagerung stehen, die im Herbst auf dem europäischen Festland stattfindet, indem der Luftdruck über dem osteuropäischen Festland stark steigt, während er im Westen und Südwesten stärker fällt. Auf diese Weise wird hier im Herbst, ähnlich wie im Frühling, wieder die Möglichkeit für einen zyklonalen Witterungscharakter geschaffen.[1]) Da im Herbst auch die nördlichen Teile des Atlantischen Ozeans stark erwärmt sind, beginnt auf dem Ozean eine rege Zyklonentätigkeit, die sich oft weit in die Subtropenzone hinunter erstreckt und das westliche Europa sowie vor allem auch die spanische Halbinsel stark in ihren Wirkungsbereich zieht, wie z. B. Karten 6 und 7 (Tafel 4) zeigen. Aber auch das westliche Mittelmeerbecken hat denn gleichzeitig eine sehr lebhafte Zyklonentätigkeit aufzuweisen. .

Die Iberische Halbinsel beginnt im Nordwesten wieder feuchter zu werden, vor allem von Norden her bis zur Gebirgskette der Sierra de Guadarrama, gleichzeitig aber auch von Osten her, und zwar im Gegensatz zum Frühjahr nun gerade auch in den Niederungen der Küstengebiete selbst. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse im Oktober, so daß die Ostküste Spaniens im Herbst überhaupt ihre eigentliche Regenzeit hat. Da aber auch gleichzeitig von Südwesten her die Feuchtigkeit wieder zunimmt, so gewinnt die Regenverteilung über der Halbinsel wieder eine ziemlich große Ähnlichkeit mit den Verhältnissen des Frühjahrs, vor allem auch deshalb, weil die Berg- und Plateauländer des Innern im Herbst wieder besser benetzt werden, wenn auch teilweise nicht ganz in dem Maße, wie im Frühjahr. Die Ursachen dieser Übereinstimmung und Abweichung der Regenverhältnisse in den beiden Übergangsjahreszeiten liegt ohne weiteres auf der Hand: Im Frühling schreiten die Regenfälle mit der von Südwesten her erfolgenden Erwärmung nach Nordosten; die Erwärmung erweist sich hier für die Niederschläge zunächst als ein förderliches Moment, um jedoch im Sommer aus Gründen der Temperatur- und Luftdruckverteilung auf der Halbinsel selbst wie in der Umgebung aufzuhören. Im Herbst aber erlöschen die kaum begonnenen Regenfälle deshalb bald wieder, weil von hier aus die Erkaltung und somit das der Halbinsel im Winter eigene antizyklonale Regime wieder seinen Ursprung nimmt. Aus dem gleichen Grunde ist der Dezember die Zeit, wo die Herrschaft der Regenfälle auch am oberen Guadiana und am Gebirgsstock der Sierra Nevada aufhört, und im Januar und Februar ist das Gebiet der Winterregen wieder auf den äußersten Südwesten und Süden der Halbinsel beschränkt, weil in diesen beiden Wintermonaten der Hochdruckwetter-

---

[1]) Vgl. die Karten des Luftdrucks in J. von Hann, Die Verteilung des Luftdrucks usw. a. a. O., sowie die Abhandlung von Prof. O. Freybe, Verteilung und Änderung des mittleren Luftdrucks über Europa nach Tagfünften und ihre Verwertung zur Erklärung des Witterungsverlaufs und zur Wettervorhersage. Landwirtschaftliche Jahrbücher. Zeitschr. für wissensch. Landwirtschaft. Berlin 1915, S. 814/817.

charakter im Innern der Halbinsel am stärksten ausgebildet ist, mithin sein
Wirkung auch am weitesten nach Süden erstreckt. So geht bereits im Novembe
die Herbstregenzeit des östlichen Spaniens, das nunmehr unter die Herrschaf
des Mistralklimas gelangt, zu Ende. Dieser Hochdruckcharakter macht natür
lich sich auch noch in den Übergangsjahreszeiten auf den Durchzug der Tief
druckwirbel störend bemerkbar, indem er diese nicht selten südwärts abdrängt
Demnach sind die Übergangsjahreszeiten, nicht der Winter, auf der spanische
Halbinsel in der Hauptsache deswegen die Regenzeiten, weil zu diesen Jahres
zeiten die Isothermen nahezu senkrecht die Meridiane schneiden und unab
hängiger von der Gestaltung der Küsten verlaufen; oder mit anderen Worten
weil die Tiefdruckwirbel bei ihrem westöstlich gerichteten Zug die geringste
Hindernisse sowohl hinsichtlich der Temperatur- wie auch der Luftdruckverhält
nisse unter solchen Umständen vorfinden.

Der Umstand übrigens, daß gerade das Gebiet östlich und südöstlich de
Sierra Nevada zu allen Jahreszeiten verhältnismäßig trocken bleibt, beweist, da
die westlichen Winde in der Regel die Hauptregenbringer sein müssen. Den
wenn eine Zyklone die Meerenge von Gibraltar überschreitet, überweht der da
Gebirgsmassiv der Sierra Nevada treffende Südost nur einen verhältnismäßi
geringen Teil des Meeres, nachdem er von den Abhängen des nordafrikanische
Gebirgszuges herabgestiegen ist. Er kann aus diesen Gründen nicht allzuvie
Feuchtigkeit heranbringen. Sonach bleibt der Osten und Südosten der Sierr
Nevada zu einem guten Teil ein Regenschattengebiet im Bereich der Westwinde
Tatsache bleibt aber trotzdem, daß es an den östlichen Gestaden der Halbinse
vor allem im Herbst auch bei Winden aus östlicher Richtung regnen kann[1]), wie
z. B. die Wetterlage vom 23. Oktober 1913 zeigt (vgl. Karte 5, Tafel 4), denn
die Winde aus dieser Richtung kommen von einem warmen Meere und müsse
daher den von Westen heranziehenden Zyklonen große Feuchtigkeitsmengen zu
führen, wenn auch die meisten Regen wohl erst dann fallen, wenn das Tiefdruck
gebiet das Gestade selbst passiert, d. h. wenn die Winde aus westlicher Richtung
die Oberhand gewinnen. Zweifellos aber muß der Wind aus westlicher Richtung
der Hauptregenbringer sein, wenn die Hauptzyklone des westlichen Mittelmeer
beckens zeitweilig an Ausdehnung gewinnt, wenn sie also gewissermaßen eine
retrograde Bewegung auszuführen scheint, indem, wie es nicht selten vorkommt
sich an ihrem Westrande Teilgebilde entwickeln, oder wenn ihr von Westen übe
die Halbinsel, bzw. von Nordwesten von der Biskayasee her ozeanische Tiefdruck
gebiete zuziehen. Der Durchzug von Rand- oder Teilwirbeln von der Biskaya
see zum westlichen Mittelmeerbecken ist im Herbst häufiger als im Frühling
Beispiele hierfür bieten Karte 6 und 7 (Tafel 4). Vor allem wird die Iberische
Halbinsel natürlich dann besonders stärker in den Wirkungsbereich der Tief
druckwirbel einbezogen, wenn die südlichen Randtiefs jener Zyklonen ziemlich
rein westöstlich über Spanien ziehen, indem die warmen Luftmassen hohen Druck
mit ihrem Kern im Süden liegen, wie Karte 9 (Tafel 4) zeigt[2]). Denn gerad
im Bereich der Südwestseite der Zyklonen kommt es bekanntlich zu den ver
breitetsten und ergiebigsten Regenfällen. Schließlich muß auch noch besonder
hervorgehoben werden, daß gerade im südöstlichen Spanien die Windverhält
nisse des Herbstes hinsichtlich der Himmelsrichtung die ausgeglichensten de
Jahres sind, wie aus der beigegebenen Windtabelle für Gibraltar und Murci
hervorgeht[3]):

---

[1]) Nach M. Willkomm (Grundzüge der Pflanzenverbreitung auf der Iberischen Halbinsel
Leipzig 1896) scheint dies hier sogar die Regel zu sein.

[2]) Vgl. über den Zyklonenzug auch die Abhandlung von van Bebber: Über die Zugstraße
der barometrischen Minima. Meteor. Zeitschr. 1891, Heft 10, sowie W. Köppen: Die Zugstraßen de
barometrischen Minima in Europa und auf dem Nordatlantischen Ozean und ihr Einfluß auf Win
und Wetter bei uns. Veröffentl. der Geogr. Ges. zu Hamburg. Mitteilungen 1880/81. Heft 1.

[3]) Supan: Statistik der unteren Luftströmungen. Leipzig 1881. S. 119.

	N	NO	O	SO	S	SW	W
Gibraltar:							
Winter	3	5	21	10	6	12	11
Frühling	1	2	15	11	4	24	10
Sommer	1	3	32	14	5	16	13
Herbst	3	6	30	10	2	13	13
Murcia:							
Winter	2	13	8	7	3	28	14
Frühling	1	14	22	25	13	3	1
Sommer	—	14	38	29	5	3	1
Herbst	—	13	16	16	8	19	5

Die Ostküste Spaniens bietet demnach mit ihren Herbstregen ei für den echten ozeanischen Typus in den Subtropen. Beträgt doch c dichtigkeit zu Valencia im September 14.5; sie übertrifft also die der ' wo Porto im Mittel 11.4 und im November nur 13.6 aufzuweisen hat[1])

So hätten wir in allgemeinen Zügen einige Hauptursachen der lichen Regenfälle der Iberischen Halbinsel charakterisiert. Es ist vie gebracht, zum Schluß noch auf folgende wichtige Tatsache hinzuweise auch F. Trzebitzky[2]) aufmerksam gemacht hat:

Betrachtet man die Verteilung der nassesten und trockensten M findet man, daß diese meistens auch der regenärmsten, bzw. rege Jahreszeit angehören. Allerdings ist das nicht immer der Fall; auch oft noch weit außerhalb des Gebietes, in dem ein bestimmter Monat der ist, dieser Monat als sekundäres Maximum aus der jährlichen Perio Dieses Verhalten der Monatsregenmengen, das die Änderung der Nied verteilung von Ort zu Ort als kontinuierlich erscheinen läßt, bildet ei liche Stütze der Auffassung, nach der die verschiedenen Typen de schlags zu erklären sind, nämlich nicht durch die Annahme von b Ursachen für jeden Typus, sondern überall durch dieselben Kräfte, d nach der Entfernung vom Orte ihrer stärksten Wirksamkeit, sich in ih ändern und sich daher in ihrer Wirkung mehr oder weniger verdeck

(Sch

Reisen deutscher Segelschiffe, von denen im Jahre 1914 meteor Tagebücher bei der Deutschen Seewarte eingegangen s

(Amtlich)

Im Jahre 1914 gingen bis 31. Juli bei der Deutschen Seewarte 69 logische Tagebücher (gegen 75 im gleichen Zeitraume des Vorjahres) von Segelschiffen ein.

Ausreisen. Von diesen Tagebüchern berichten 49 über Ausre Englischen Kanal, Bristol-Kanal und einem Hafen des Südatlantisch um Kap Horn nach Häfen der Westküste Amerikas. Über Reisen im At Ozean geben uns 15 meteorologische Tagebücher Aufschluß. Unter di befinden sich sieben von Brasilien und dem La Plata weiter nach ums Kap der Guten Hoffnung und eins um Kap Horn nach der Westki amerikas. Über Reisen um das Kap der Guten Hoffnung nach Häfen Ozeans berichten 12 Schiffe, unter denen sich das belgische Schulschiff befindet.

[1]) J. von Hann: Handbuch der Klimatologie. III. Bd. 3. Aufl. S. 115.
[2]) Studien über die Niederschlagsverhältnisse auf der südosteuropäischen Halbi Dissert. Marburg 1911. S. 54.

NW
32
33
16
23
24
20
9
22

n Beispiel
lie Regen-
Westküste,
ı.
jahreszeit-
lleicht an-
n, auf die

Ionate, so
nreichsten
hebt sich
feuchteste
le heraus.
erschlags-
ne wesent-
es Nieder-
esonderen
ie nur, je
rer Größe
en.
luß folgt.)

›logische
ind.

ı meteoro-
deutschen

eisen vom
en Ozeans
lantischen
leser Zahl
Australien
iste Nord-
les Stillen
»l'Avenir«

ısel. Inaug.

er der Reisen.

ıgste ısen angetreten im Monat
ı.
I.
VI.
IV.
VIII.
IX.
VI.
IX.
VII.
IX.
VII.
VIII.
VII.
X.
IX.
IV.
VI.
I.
X.
III.
ınal.
VI.
XII.
I.
VII.
III.
IX.
VI.
XI.
XII.
XI.
XII.
XI.
I.
XI.
XII.
VIII.
I.
III.
III.

Reiseabschnitt	Zahl der Reisen	Mittl. Dauer der Reise Tage	Schnellste Reisen Dauer Tage	Schnellste Reisen angetreten im Monat	Längste Reisen Dauer Tage	Längste Reisen angetreten im Monat
3. Zwischenreisen im Stillen Ozean.						
a. Von Ost nach West.						
Nach Townsville von:						
Suva (Fidji-Inseln)	1	12	—	I.	—	I.
Nach Sydney von:						
Santa Rosalia	2	58	52	V.	64	V.
b. Von Süd nach Nord.						
Von Valparaiso nach:						
Chanaral	1	5	—	VIII.	—	VIII.
Taltal	1	3	—	IV.	—	IV.
Antofagasta	1	7	—	VIII.	—	VIII.
Mejillones	2	6.0	5	IX.	7	XI.
Tocopilla	2	8.0	7	XII.	9	XII.
Iquique	5	7.4	5	IV.	11	VIII.
Caleta Buena	1	6	—	XII.	—	XII.
Von Coquimbo nach:						
Antofagasta	1	2	—	X.	—	X.
Von Caldera nach:						
Caleta Buena	1	5	—	X.	—	X.
Von Taltal nach:						
Iquique	1	6	—	IX.	—	IX.
Von Antofagasta nach:						
Portland (Oregon)	1	66	—	VIII.	—	VIII.
Von Mejillones nach:						
Portland (Oregon)	1	45	—	XII.	—	XII.
Von Callao nach:						
Guayaquil	1	7	—	VII.	—	VII.
Tacoma	1	48	—	VIII.	—	VIII.
Von Santa Rosalia nach:						
Portland (Oregon)	3	27.3	16	XII.	35	VII.
Port Townsend	2	32.5	29	II.	36	V.
c. Reisen an der australischen Küste.						
Von Adelaide nach:						
Geelong	1	9	—	I.	—	I.
d. Von West nach Ost.						
Von Newcastle nach:						
Valparaiso	1	53	—	V.	—	V.
Coquimbo	1	49	—	X.	—	X.
Caldera	1	43	—	VIII.	—	VIII.
Taltal	2	48.0	40	X.	56	VIII.
Caleta Buena	1	48	—	VIII.	—	VIII.
Callao	1	53	—	XII.	—	XII.
Von Yokohama nach:						
Astoria	1	41	—	IX.	—	IX.
e. Von Nord nach Süd.						
Von Guayaquil nach:						
Taltal	1	25	—	IX.	—	IX.
Von Callao nach:						
Tocopilla	1	17	—	X.	—	X.

Reisen deutscher Segelschiffe, von denen im Jahre 1914 meteor

Reiseabschnitt	Zahl der Reisen	Mittl. Dauer der Reise (Tage)	Schnellste Reisen: Dauer (Tage)	Schnellste Reisen: angetreten im Monat	Längste Reisen: Dauer (Tage)	Längste Reisen: angetreten im Monat
4. Reisen um das Kap der Guten Hoffnung nach Osten.						
Bis zur Linie:						
vom Engl. Kanal	1	36	—	IX.	—	IX.
von New York	2	37.5	33	IV.	42	VIII.
Bis 0° Länge von:						
der Linie	3	23.3	22	X.	25	V.
Rio de Janeiro	1	15	—	X.	—	X.
Santos	5	15.4	13	II.	21	X.
La Plata	2	14.5	13	XII.	16	V.
Von 0° Länge nach:						
Suva (Fidji-Inseln)	1	54	—	XI.	—	XI.
Yokohama	1	66	—	VI.	—	VI.
80° O-Länge	9	14.8	14	?	24	VIII.
Bis 80° O-Länge von:						
Kapstadt	1	15	—	X.	—	X.
Von 80° O-Lg. nach:						
Suva (Fidji-Inseln)	1	37	—	XI.	—	XI.
Yokohama	1	50	—	VI.	—	VI.
Adelaide	5	14.8	12	VIII.	17	I.
Melbourne	1	15	—	XII.	—	XII.
Sydney	1	17	—	XI.	—	XI.
Newcastle N. S. W.	3	20.0	16	VI.	22	III. VIII.
5. Reisen um das Kap der Guten Hoffnung nach Westen.						
Bis Lizard von:						
Melbourne	1	11.5	—	II.	—	II.
6. Reisen im Atlantischen Ozean.						
Vom Engl. Kanal nach:						
Cadiz	1	9	—	IX.	—	IX.
Ciudad, Bolivar	1	40	—	IX.	—	IX.
Aracaju	1	55	—	X.	—	X.
New York	1	37	—	VI.	—	VI.
Rio de Janeiro	1	42	—	VII.	—	VII.
Santos	4	45.2	43	VII.	47	IV.
dem La Plata	2	53.0	45	VIII.	61	IX.

R
Von San
Von n den
Von Rio
Nach K Rio Hal Zaz
7.
Nach Cad
Nach Mac dem
Nach Bar
Nach Mar
Nach St.
Nach Kin
Nach La
Nach Ciu
Nach Ara
Nach Rio

Rückreisen. Deren Zahl stimmt mit weil manche Tagebücher nicht auf allen Fahrt andere, meistens Ausreisen enthaltend, vom A bis zum 31. Juli eingegangenen meteorologische vom Stillen Ozean um Kap Horn nach dem Stillen Ozean um Kap Horn nach der Ostküst tau vom La Plata und 3 Reisen von der Ost Um das Kap der Guten Hoffnung von Australien Schulschiff »l'Avenir«.

Zwischenreisen weist in weitaus gr Viele dieser Zwischenreisen sind nur Versegelu 25 von Süden nach Norden, 2 von Norden na sind in den Tagebüchern enthalten: von Häfe von einem Hafen Südafrikas nach Australien küste Südamerikas 8. Über Versegelungen 1 meteorologisches Tagebuch bei der Deutsch Fahrten von Europa nach Ostindien, China un

waren bis gegen seg New York

Rei von große 4026 R-T. 2000 bis 3 groß sind. 385 R-T. b das meteo vorstehend

Chef des r

Ber verschiede zu unterse stellung v Schiffe fes entgegeng Vergangen

Wie erwiesen s gestellten zugleich — und dann sammenstö

Nich lich, so do folgenden

Das müssen, i Kompaßku nähernd g stehend au finden mit an den Ob »Locopho »De Zee«. sind auch phone«. »Megaphon auf einen

Es möglichst g angeben, w funden hab

Um von der K

[1] Üb

- 31. Juli noch keine meteorologischen Tagebücher eingegangen, da-
elte 1 Schiff von New York nach Suva (Fidji-Inseln), ein anderes von nach Yokohama.
ien um Kap Horn und das Kap der Guten Hoffnung werden fast nur noch n Schiffen gemacht, das größte dieser Segelschiffe ist »Potosi« mit orutto. Es folgen 11 Schiffe von mehr als 3000 R-T. Größe, 32 zwischen 00 R-T., 15 zwischen 1500 bis 2000 R-T. und nur 2, die unter 1500 R-T.

Auf Reisen im Atlantischen Ozean führten 2 Schiffe von 247 und rutto, »Orinoco« und »Vigilant«, sowie 3 Schiffe von 1300 bis 1700 R-T. ologische Tagebuch. Angaben über die Dauer der Reisen zeigt die e tabellarische Zusammenstellung. Ba.

Nebelsignale[1].

(Verbessertes System.)

Von P. H. van der Wyk,

autischen Dienstes der Königl. Niederländischen Paketfahrt-Maatschappy Weltevreden.

eits seit längerer Zeit haben unsere Nautiker sich abgemüht und durch ne Mittel versucht, die Richtung von Schiffen bei dichtem Nebel besser leiden, während sie dann zugleich mittels einer besonderen Zusammen- on kurzen und langen Schallsignalen den gesteuerten Kurs dieser tzustellen trachten. Zweifellos würde man so einem idealen Zustand hen, und würden die Zusammenstöße von Schiffen bei Nebel dann der heit angehören.

vollständig diese Pläne in theoretischer Hinsicht auch waren, so e sich in der Praxis doch nicht ausführbar, da diese zusammen- signale — besonders bei einer Anwesenheit von mehr als zwei Schiffen sehr leicht verkehrt oder ungenügend würden wahrgenommen werden Ursache zu Irrtümern geben können, wodurch die Gefahr der Zu- ße von Schiffen auf See eher vergrößert als vermindert würde.

tsdestoweniger glaube ich aber doch, diese Aufgabe, wenn nicht gänz- ch für einen sehr großen Teil gelöst zu haben durch Anwendung des Systems.

einzige, was wir bei dichtem Nebel von einem anderen Schiff wissen st die Richtung desselben zu uns selbst und seinen anliegenden s. Nun ist aber die Richtung des Schalles einer Dampfpfeife an- nau zu bestimmen durch bereits vorhandene »Schallaufnehmer«, be- s einem oder zwei Schalltrichtern, woran sich Kautschukschläuche be- Hörern, welche auf die gleiche Weise wie bei der drahtlosen Telegraphie ren befestigt werden. Von diesen ist wohl das neueste System das ne«, angeführt im Oktoberheft 1915 der Niederländischen Zeitschrift Hat man aber einen solchen Apparat nicht zur Verfügung, dann sehr gute Resultate zu erzielen mit einem gewöhnlichen »Mega- Ich selbst habe hiermit häufige Versuche angestellt, indem ich das e« mit dem Mundstück gegen das Ohr hielt, und ich konnte dann bis Kompaßstrich genau hören, woher der Schall kam.

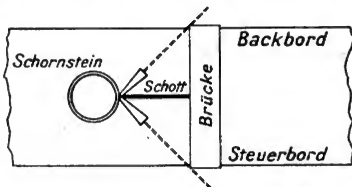
bleibt also nun nur noch übrig, nach Mitteln zu suchen, welche uns genau den anliegenden Kompaßkurs eines unsichtbaren Dampfschiffes elche Lösung ich durch die folgende höchst einfache Einrichtung ge- e.

die Dampfpfeife muß ein Schalltrichter angebracht werden, welcher ommandobrücke aus bewegt werden kann, und zwar so, daß derselbe

---

[1] ersetzung aus dem Holländischen.

eine »vertikale« Achse gedreht und nach Belieben in der Achsenrichtung 45° rohl nach Steuerbord als auch 45° nach Backbord gestellt werden kann. Zweck hiervon ist, den Schall der Dampfpfeife sowohl vier Strich nach uerbord wie auch ebensoviel nach Backbord senden zu können. Diesen eck erreicht man noch besser durch ein an der Vorkante der Dampfpfeife in Längsschiffsrichtung anzubrindes Schott oder »Schallbrett«, lches verhindern soll, daß der an einen Seite mit der Dampfpfeife gebene Ton an der anderen ite gehört wird.



In der Höhe des Schalltrichters rd das Schott eine Öffnung haben issen, um dieses Instrument hinrch zu lassen. Nebenstehende ichnung erklärt die Absicht wohl nügend. Bei Nebel muß dann ein in Fahrt befindliches Dampfschiff mit vischenräumen von nicht mehr als 2 Minuten anstatt einen langen Ton zwei nge Töne geben, wovon der erste Ton auf vier Strich an Steuerbord, der veite Ton auf vier Strich an Backbord zu geben ist.

Die Absicht hiervon ist, daß man aus dem Unterschied in der Stärke des hörten Schalles imstande ist, bestimmen zu können, ob das gehörte Fahrzeug is die Steuerbord- oder die Backbordseite zugewendet hat, woraus weiterhin zu hließen ist, in welchem Halbkreis das Fahrzeug sich fortbewegt. Daß sich ese Wahrnehmung tatsächlich gut machen läßt, hat sich bei meinen Verichen, angestellt mit unserem Bergungsfahrzeug »Dordt«, auf welchem ich eine lche Vorrichtung angebracht habe, zur Genüge gezeigt.

Ein Dampfschiff, welches in Fahrt ist, aber seine Maschine gestoppt hat nd keine Fahrt durch das Wasser macht, sollte dagegen nur einen langen Ton it der Dampfpfeife geben dürfen anstatt zwei, und zwar mit dem Schallichter Mittschiffs gestellt. Es braucht also an den Bestimmungen zur Verütung des Zusammenstoßes der Schiffe nichts anderes verändert zu werden als eine msetzung von unter a und b des Artikels 15.

Beispiel 1.



Wie man nun den richtigen Ort festellen kann von einem in Fahrt befindlichen chiff, welches bei dichtem Nebel Signale gibt, erde ich nachstehend durch einige Beispiele rklären.

A östlich steuernd hört mit Zwischenäumen von 2 Minuten zwei lange, gleich tarke Töne recht voraus. Hieraus folgert er, daß ein Dampfschiff recht oraus ist, welches entweder einen recht entgegengesetzten Kurs oder aber inen gleichen Kurs steuert, also in letzterem Falle ein sogenannter »Mitgeher« st, welchen man aufläuft.

B hört dieselben Dampfpfeifensignale von A und zieht denselben Schluß, eshalb beide Schiffe einige Striche nach Steuerbord ausweichen, um einander icher passieren zu können.

Beispiel 2.

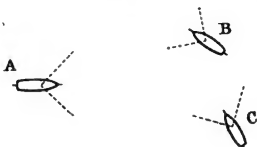


A östlich steuernd hört zwei lange öne recht voraus, wovon der zweite tärker als der erste (in der weiteren Bechreibung zu nennen »schwachstark«), woraus r annehmen muß, daß ein Dampfschiff recht oraus ist, welches ihm die Backbordseite zuekehrt hat. Allerdings kann man nun nicht enau wissen, welchen Kurs B anliegt, doch dies ist in der Praxis auch nicht nbedingt notwendig.

Was man aber wohl wissen muß, ist, ob es einen nördlichen oder südichen Kurs steuert, und hiervon kann man sich vollkommen überzeugen durch

den Unterschied in der Stärke der beiden wahrgenommenen Töne. In diesem Falle können beide Schiffe also ihren Kurs beibehalten, oder aber man hält, um vollkommen sicher zu sein, einen Strich nach Steuerbord.

Beispiel 3.



A hört sowohl einen »schwach-starken« Ton an Backbord als auch ebenfalls einen »schwach-starken« Ton ein paar Striche über Steuerbordbug; beide Schiffe B und C liegen also mit Backbordseite nach A zugekehrt, und A muß soviel nach Steuerbord ausweichen, bis sein Nebelsignal von C recht voraus oder etwas an Backbord gehört wird.

Da C außerdem einen schwach-starken Ton von B hört, muß C soviel nach Steuerbord ausweichen, bis sein Nebelsignal von B recht voraus oder etwas an Backbord gehört wird. B hört beide Nebelsignale an Backbord und kann seinen Kurs beibehalten.

Beispiel 4.



A hört zwei gleichstarke Töne eben an Backbord und ebenfalls zwei gleichstarke Töne eben an Steuerbord. B indessen hört einen schwach-starken Ton recht voraus, weshalb er einen oder zwei Striche nach Steuerbord abhält. Da C das Nebelsignal schwach-stark von B an Steuerbord hört, muß C nach Steuerbord ausweichen, so daß A das Signal von C nun hört als schwach-stark, wozu A nur ganz wenig oder gar nicht nach Steuerbord auszuweichen braucht.

Wir könnten noch mehr verwickelte Kombinationen anführen, und sicher werden sich Fälle ergeben können, die uns einigermaßen in Zweifel lassen über die wahre Position der Schiffe zueinander, was sich auch gezeigt hat bei den von mir vorgenommenen Versuchen, aber in solchem Falle muß man eben doppelt vorsichtig sein und besonders aufmerksam hören.

Durch die vorstehenden Auseinandersetzungen mit Beispielen wird vielleicht ein ansehnlicher Teil der Leser noch nicht zu der vollen Überzeugung gelangt sein, daß das von mir vorgeschlagene System eine entschiedene Verbesserung zum sicheren Fahren bei Nebel gewährleistet, besonders weil viele bezweifeln mögen, ob man den Unterschied in der Stärke der beiden Schallsignale stets hören kann.

Die vorgenommenen Versuche, deren Resultate ich anliegend beifüge, geben jedoch den durchschlagenden Beweis, daß dieses tatsächlich ganz deutlich zu hören ist, selbst so deutlich, daß meine eigenen Erwartungen hierdurch bei weitem übertroffen wurden, weshalb ich mich entschloß, alle seefahrenden Nationen baldmöglichst von dieser Ausfindung in Kenntnis zu setzen, in der Hoffnung, daß das vorstehend beschriebene System baldmöglichst an die Stelle des bisherigen alten Systems der internationalen Nebelsignale treten möge zur Erlangung einer sicheren Navigierung bei Nebel.

Zu den vorgenommenen Versuchen auf der Reede von Tandjong Priok (Batavia), angestellt am 14. und 15. Dezember 1915, deren Resultate ich hier in extenso anführe[1]), ist noch das Folgende zu bemerken:

Die am 14. Dezember vorgenommenen Versuche mit dem Dampfer »Dordt« wurden durch die in beifolgender Aufstellung genannten Kapitäne und Schiffsoffiziere ausgeführt, wobei als Beobachtungsplatz das nördliche Außenende des westlichen Brechwassers gewählt war. Dieser Platz war insofern nicht gerade günstig, als das Geräusch der sich am Brechwasser brechenden Brandung bisweilen den Schall der Dampfpfeife übertönte, wodurch der Unterschied in der Stärke der beiden Schallsignale in solchen Fällen weniger gut zu hören war.

[1]) Von den der Arbeit beigefügten Tabellen ist hier nur diejenige vom 15. Dezember Nr. I wiedergegeben. D. Red.

Liste der Schallrichtung.

Proben vom 15. Dezember 1915.

Nr.	Richtung der gegebenen Signale auf D. »Dordt«	Aufgenommene Richtung von								Durchschnittliche Richtung	Maximum-Differenz
		Kapitän P. H. Donck	Kapitän H. de Boer	3. Offizier F.J.Weynman	3. Offizier L. Bakker	2. Offizier P. Bakker	4. Offizier P.J.v.d.Mark	3. Offizier P. Sieben	1. Offizier J. L. Paleari		
1	recht voraus	recht voraus	recht voraus	recht voraus	recht voraus	recht voraus	recht voraus	recht voraus	1 Str. St-B.	recht voraus	1 Str.
2	« «	« «	« «	½ Str. B-B.	« «	« «	« «	« «	recht voraus	« «	½ «
3	½ Str. St-B.	« «	« «	½–1 « «	« «	1 Str. St-B.	½ Str. B-B.	« «	1 Str. St-B.	« «	1½ «
4	1½ « «	1 Str. St-B.	1 Str. St-B.	½ « «	1 Str. St-B.	1 « «	1 « St-B.	1 Str. St-B.	1 « «	1 Str. St-B.	1 «
5	2 « «	1 « «	2 « «	recht voraus	2 « «	2 « «	2 « «	1 « «	2 « «	1½ « «	2 «
6	2 « «	1½ « «	1½ « «	1 Str. St-B.	2½ « «	3 « «	1 « «	2 « «	1 « «	2 « «	1 «
7	2 « «	1½ « «	1 « «	1½ « «	2½ « «	3 « «	1 « «	2 « «	1 « «	2 « «	1 «
8	2 « «	1 « «	1 « «	1 « «	2 « «	3 « «	2 « «	1½ « «	1 « «	1½ « «	1 «
9	1 « «	½ « «	½ « «	½ « «	1½ « «	2 « «	2 « «	1 « «	recht voraus	1 « «	1 «
10	1 « «	recht voraus	recht voraus	recht voraus	1 « «	1 « «	1 « «	recht voraus	1 Str. B-B.	recht voraus	2 «
11	recht voraus	« «	« «	« «	recht voraus	recht voraus	recht voraus	« «	2 « «	« «	2 «
12	½ Str. B-B.	1 Str. B-B.	½ Str. B-B.	½ Str. B-B.	½ Str. B-B.	« «	1 Str. B-B.	½ Str. B-B.	2 « «	½ Str. B-B.	1½ «
13	2 « «	2 « «	½ « «	1½ « «	1½ « «	1 Str. B-B.	2 « «	1½ « «	3 « «	1½ « «	1½ «
14	3 « «	3 « «	½ « «	2½ « «	2 « «	2 « «	4 « «	2 « «	4 « «	2½ « «	1 «
15	3½ « «	4 « «	1 « «	2½ « «	3 « «	3 « «	5 « «	3 « «	4 « «	3 « «	1½ «
16	3½ « «	4 « «	1½ « «	2½ « «	3½ « «	3 « «	6 « «	3 « «	3 « «	3½ « «	2½ «
17	3½ « «	4 « «	2 « «	3 « «	3½ « «	3 « «	5 « «	3 « «	5 « «	3½ « «	1½ «
18	3 « «	3 « «	2 « «	2½ « «	3 « «	2 « «	5 « «	2 « «	4 « «	3 « «	2 «
19	2 « «	2 « «	1½ « «	2½ « «	2½ « «	2 « «	4 « «	2 « «	3 « «	2½ « «	2 «
20	1 « «	2 « «	½ « «	1½ « «	2 « «	½ « «	2 « «	1 « «	2 « «	1½ « «	1 «
21	½ « «	1 « «	½ « «	recht voraus	1 « «	recht voraus	recht voraus	recht voraus	2 « «	½ « «	1½ «
22	recht voraus	recht voraus	recht voraus	« «	½ « «	« «	« «	« «	recht voraus	recht voraus	1 «
23	« «	« «	½ Str. St-B.	½ Str. St-B.	recht voraus	« «	1 Str. St-B.	« «	« «	½ Str. St-B.	1 «
24	« «	« «	½ « «	recht voraus	« «	« «	1 « «	« «	1 Str. St-B.	½ « «	1 «
25	« «	« «	recht voraus	« «	« «	« «	recht voraus	½ Str. B-B.	recht voraus	recht voraus	½ «
26	« «	«	« «	1 Str. St-B.	½ Str. St-B.	½ Str. St-B.	1 Str. B-B.	recht voraus	« «	« «	1 «
27	1 Str. St-B.	« «	½ Str. St-B.	1 « «	½ « «	1 « «	1 « «	½ Str. St-B.	1 Str. St-B.	½ Str. St-B.	2 «
28	1½ « «	« «	1 « «	2 « «	1 « «	2 « «	recht voraus	1 « «	recht voraus	1 « «	1½ «
29	2 « «	1 Str. St-B.	1 « «	2 « «	1 « «	3 « «	1 Str. St-B.	1 « «	1 Str. St-B.	1½ « «	1 «
30	3 « «	2 « «	1½ « «	2½ « «	1½ « «	3 « «	2 « «	1½ « «	1 « «	2 « «	2 «
31	3 « «	2 « «	1½ « «	3 « «	2½ « «	4 « «	3 « «	2 « «	3 « «	3 « «	1 «
32	3 « «	3 « «	2 « «	3 « «	3 « «	4 « «	3 «	2½ « «	3 « «	3 « «	1 «
33	3 « «	3 « «	1½ « «	3 « «	3½ « «	5 « «	4 « «	2½ « «	3 « «	3 « «	2 «
34	3 « «	2 « «	1½ « «	4 « «	3 « «	3 « «	2 « «	2½ « «	4 « «	2½ « «	1 «
35	2 « «	1 « «	1 « «	3 « «	2 « «	1 « «	3 « «	2 « «	3 « «	2 « «	1 «

Da die Schallsignale auch aufgenommen werden mußten, ohne daß die Aufnehmer das Schiff sehen durften, waren sämtlichen Herren die Augen verbunden. Die Schallsignale wurden mittels des Megaphons aufgenommen, indem dasselbe gegen das Ohr gehalten wurde und sodann die wahrgenommene Stärke und die Richtung des Schalles sofort notiert wurden. Nach einiger Übung konnten alle bereits auf ein paar Kompaßstriche genau die Richtung des Schalles angeben. Durch Beschreibung eines kleinen Bogens mit dem Megaphon in horizontaler Lage und in der Richtung des Schalles war deutlich wahrnehmbar der Schall am stärksten in der genauen Richtung nach dem Dampfer »Dordt«.

Aus den Beobachtungen Nr. I vom 14. Dezember ergibt sich, daß das Mittel der wahrgenommenen Richtungen sehr nahe der wahren Richtung des Schalles liegt. Die Maximumabweichungen betrugen von den 27 Fällen noch drei Kompaßstriche, welches allein der Ungeübtheit der Beobachter zugeschrieben werden muß.

Aus den Beobachtungen Nr. II vom 14. Dezember ergibt sich, daß Signale von ungleicher Stärke mehrmals gleichstark gehört wurden, teils infolge von Ungeübtheit, teils infolge der hinderlichen Geräusche der sich auf 2 m Abstand brechenden Brandung. Besonders der dritte Offizier L. Bakker hörte nicht scharf, was aber gänzlich seiner Ungeübtheit zugeschrieben werden muß, da er am folgenden Tage auch nicht einen Fehler machte.

Für die Versuche am 15. Dezember wurden die verschiedenen Offiziere auf der Brücke des amerikanischen Dampfers »Maverick«, liegend im Vorhafen von Tandjong Priok, aufgestellt. Hier hatte man nicht das hinderliche Geräusch der Brandung, also waren die Umstände für Versuche günstiger, was sich deutlich aus den Aufzeichnungen ergibt.

Aus den Beobachtungen Nr. I vom 15. Dezember (siehe die Tabelle) ergibt sich wieder, daß die Offiziere, welchen wiederum die Augen verbunden waren, schon sehr genau die Richtung des Schalles angeben konnten. Der Durchschnitt der gehörten Richtung beträgt nur einen Unterschied von 1 Kompaßstrich mit der wahren Richtung. Die Maximumabweichung beträgt nur einmal $2^1/_2$ Strich von den 32 Aufnahmen, alle anderen sind stets kleiner. Außerdem ist noch zu bemerken, daß Kapitän de Boer die ersten 13 Signale mit dem Megaphon aufnahm, die weiteren ohne dieses Instrument, wodurch er sofort bemerkbare Unterschiede in der Richtung des Schalles erhielt.

In den Beobachtungen Nr. II vom 15. Dezember fällt es auf, daß außer dem Kapitän de Boer auch der dritte Offizier L. Bakker und P. Lieben keinen einzigen Fehler machten in dem Wahrnehmen der Schallstärke. Die beiden letzteren hatten sich also scheinbar bereits einige Routine während des vorigen Tages angeeignet. Kapitän P. H. Donck hatte nur einmal einen Unterschied, was allerdings verständlich ist, da das Schallsignal in diesem Augenblick gerade von stark-schwach auf schwach-stark verändert war, also der Unterschied in Stärke in der Tat sehr gering war. Daß das Schallsignal Nr. 15 durch vier Personen gleich oder beinahe gleich gehört wurde, ist eine Folge des Zurückprallens vom Steuerbord-Schallsignal gegen den Dampfer »Iserlohn«, welcher in diesem Augenblick gerade den Hintergrund des Dampfers »Dordt« bildete.

Um nun den Versuch in allen Teilen zu machen, wurden nach vorhergegangener Absprache mit dem Kapitän des »Dordt« die mit einem Kreuz angezeichneten Signale verkehrt gegeben (also erst Backbord-, danach Steuerbordsignale, ohne Mitwissen der Aufnehmer). Nur der dritte Offizier Weynman wurde einmal hierdurch getäuscht, die anderen Herren irrten sich kein einziges Mal.

Das Vorstehende wird meine Leser zweifellos überzeugt haben, daß das durch mich angegebene System nicht allein praktisch sehr gut ausführbar ist, sondern sie werden auch mit mir den Wunsch aussprechen, daß diese Methode baldmöglichst international festgestellt werde, was ohne finanzielle Opfer geschehen kann, da das Anbringen eines Schalltrichters an der Dampfpfeife sowie eines Schallbrettes vor dem Schornstein auf jedem Schiff mit geringen Kosten vorzunehmen ist.

Die Häfen der britischen Kolonie Neufundland.

(Amtlich)

[Fortsetzung.]

3. Häfen am südlichen Teile der Ostküste Neufundlands.

Random Head-Hafen

Dieselben Quellen und Karten wie für Trinity-Bucht S. 160.

liegt nicht ganz $1^1/_2$ Sm südlich vom Deer-Hafen und ist etwa $^1/_2$ Quadrat-Sm groß und 18 m bis 33 m (10 bis 18 Fad.) tief. Das Land an der Süd- und an der Westseite des Hafens zeigt viele Einschnitte, und Klippen erstrecken sich 3 Kblg weit davon. Die Nordseite des Hafens ist steil, und kleine Schiffe ankern hier in einer Bucht. Diese ausgenommen, kann der Hafen nicht empfohlen werden.

East Random-Huk, der südöstliche Ausläufer von Random-Eiland, ist 156 m (512′) hoch und ist das Ende einer Hügelkette, die zu 246 m (808′) Höhe ansteigt. Motion-Eiland liegt eben östlich von der Huk, deren Ostende aus mehreren keilförmigen Klumpen besteht. Pigeon-Eiland, an der Nordseite der Einfahrt, ist platt und etwa 12 m (40′) hoch; ein Riff erstreckt sich von ihm aus $1^1/_2$ Kblg weit in südöstlicher Richtung und endet in der Mouse-Klippe, die in der Wasserlinie liegt. Die Durchfahrt zwischen dieser Klippe und der Küste südlich davon ist 3 Kblg breit.

Leuchtfeuer. Siehe »Leuchtfeuer aller Meere« 1914, Heft V, Titel VI.

Tiden. Die Hafenzeit für Random Head-Hafen ist $7^h\,8^{min}$, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.1 m ($3^1/_2$′), die Nipphochwasserhöhe 0.7 m ($2^1/_4$′).

Random-Sund.

Die Einfahrt nach diesem Sunde ist zwischen der East Random- und der West Random-Huk $3^1/_2$ Sm breit. $5^1/_2$ Sm westlich von der East Random-Huk steigt Middle-Kliff am Ostende einer Halbinsel zu 109 m (357′) Höhe an und trennt den Sund in den Northwest- und den Southwest-Arm, der Southwest-Arm ist eine geschlossene Förde.

Eis. Random-Sund friert in strengen Wintern um den 10. Februar herum zu und taut zwischen dem 10. und 20. April wieder auf.

Salmon-Bucht

an der Nordseite des Random-Sundes ist eine kleine Bucht, die in nördlicher Richtung etwa 4 Kblg weit in das Land einschneidet. Lachsfischer haben sich am innersten Ende der Bucht angesiedelt.

Ein kleines, 12 m (40′) hohes Inselchen liegt 3 Sm westlich von der East Random-Huk, und 4 Kblg westlich von dem kleinen Inselchen liegt ein anderes Inselchen bei der Einfahrt in die Salmon-Bucht. Zwischen den Inselchen und der Küste ist tiefes Wasser.

Black Duck-Bucht, etwa 2 Sm nordwestlich von Middle-Kliff, ist eine kleine Bucht an der Südseite des Northwest-Armes. Sie schneidet $^1/_4$ Sm weit in das Land ein und ist 9.1 m bis 37 m (5 bis 20 Fad.) tief.

Die Küste erstreckt sich von Middle-Kliff $1^1/_4$ Sm weit in nordwestlicher Richtung bis zur Passenger-Huk, 4 Kblg nordwestlich von der die Holloway-Klippe dicht vor einer steilen Huk liegt. $^1/_2$ Sm westlich von dieser Huk ist die felsige Pudding-Huk, der Ausläufer einer bis zu 167 m (548′) Höhe ansteigenden Hügelkette

Hickman-Hafen, gegenüber der Black Duck-Bucht, ist in der Einfahrt 3 Kblg breit und in nördlicher Richtung $^3/_4$ Sm lang. An seiner Nordostseite befindet sich eine Klippenreihe mit 0.5 m bis 1.8 m ($1^1/_2$′ bis 6′) Wasser darüber; im übrigen ist der Hafen 15 m bis 33 m (8 bis 18 Fad.) tief, sein Grund besteht aus Kies und Schlick.

Etwa $2^3/_4$ Sm westlich von der Salmon-Bucht, an der Nordseite des Northwest-Armes, liegen die Strong-Inseln, die aus zwei größeren Inseln von 37 m (123′) und 44 m (146′) Höhe und einigen aus dem Wasser ragenden Klippen bestehen.

Nördlich von diesen Inseln führt der Strong Tickle entlang, der beinahe $^3/_4$ Sm lang, $^1/_2$ Kblg breit, an seinem innersten Ende zwar nur 2.7 m ($1^1/_2$ Fad.), sonst aber 7.3 m bis 18 m (4 bis 10 Fad.) tief ist. Gooseberry-Eiland ist 20 m (66′) hoch; es liegt $1^1/_2$ Sm westlich von den Strong-Inseln und beinahe mitten im Northwest-Arm.

Rw. 217° (mw. WSW) von der Südhuk der westlichen Strong-Insel, 2 Kblg davon entfernt liegt die Guarry-Klippe 3.7 m (12′) unter Wasser. Man bleibt südlich von dieser Klippe, wenn man die Huk an der Südseite des Sundes, eben westlich von der Tolt-Huk, in der Richtung rw. 260° (mw. WNW $^1/_4$ W) südlich freihält von Gooseberry-Eiland. Tolt heißt ein auffallend spitzer Hügel, der $1^3/_4$ Sm westlich von der Black Duck-Bucht zu 168 m (550′) Höhe ansteigt.

Die Dampfer von Clarenville kommen im Sommer und Herbst wöchentlich einmal nach dem Hickman-Hafen.

Maggotty-Bucht, an der Südseite des Nordwest-Armes, liegt $5^1/_4$ Sm westlich von der Black Duck-Bucht und hat 2 Kblg vom Lande noch 46 m (25 Fad.) Wasser. Ein großer Fluß, an dessen Mündung eine Sägemühle steht, mündet in diese Bucht.

Shoal-Hafen liegt an der Westseite des Nordwest-Armes, etwa 8 Sm nordnordwestlich von der Maggotty-Bucht. Er ist in der Einfahrt $^3/_4$ Sm breit und erstreckt sich bei Hochwasser 1 Sm weit innerhalb der Küstenlinie. Durch die Ablagerungen eines in ihn mündenden Flusses fällt er jedoch bei Niedrigwasser $^1/_2$ Sm weit trocken. Von dieser Bank aus nimmt dann die Wassertiefe allmählich zu und beträgt $^3/_4$ Sm von der Bank 9.1 m (5 Fad.).

Die Red-Huk, an der Südseite der Einfahrt, ist ein niedriger Küstenabhang am Fuße des auffallenden Red Point-Hügels; dieser steigt zu 158 m (517′) Höhe an. Gegenüber der Red-Huk, $^1/_2$ Sm davon entfernt am Ostufer des Nordwest-Armes liegt Brown Mead, ein nur einige Dezimeter hoher, mit Gras und Buschwerk bestandener Sandsteert.

Nordnordwestlich von der Maggotty-Bucht, am Nordostufer des Northwest-Armes, sind die abschüssigen und felsigen Huken Bald Nap und Forster, etwa 3 Kblg vor denen Klippen und Untie en liegen. Man bleibt südlich von diesen Untiefen, wenn man Gooseberry-Eiland in der Richtung rw. 89° (mw. SOzO $^1/_2$ O) eben südlich frei hält von der Lady-Huk, die etwa $3^1/_2$ Sm westlich vom Hickman-Hafen liegt, und man bleibt westlich von den Untiefen, wenn man den Red Point-Hügel in der Richtung rw. 330° (mw. N) mit der Bluff-Huk, auch Red Man genannt, in Linie hält. Red Man liegt etwa 3 Sm südsüdöstlich von der Red-Huk.

Ankerplatz. Oberhalb der Verbindungslinie zwischen Red-Huk und Brown Mead und vor der nördlich davon liegenden Barre findet man einen $1^1/_2$ Sm langen und $^1/_2$ Sm breiten, guten Ankerplatz. Die Wassertiefe nimmt von 44 m (24 Fad.) nach der Barre zu allmählich, an beiden Ufern aber ziemlich plötzlich ab. Kriegsschiffe ankern am besten auf 7.3 m bis 9.1 m (4 bis 5 Fad.) Wasser, von wo aus die weißen Häuser am innersten Ende Shoal-Hafens frei liegen von der bewaldeten Huk an der Südseite des Hafens.

Ein **Dorf** mit einer Sägemühle ist an dessen Ufern angelegt. Das Holz für die Mühle wird auf dem Flusse heruntergebracht.

Ein kleiner **Dampfer** hält den Verkehr zwischen den benachbarten Ansiedlungen aufrecht. Eisenbahnverbindung ist vorhanden. Stationen sind im Shoal-Hafen und in Clarenville, einer Niederlassung etwas unterhalb von Lower Shoal-Hafen. Post befindet sich in Shoal-Hafen, das Telegraphenamt ist aber in Lower Shoal-Hafen.

Schiffsausrüstung ist knapp.

Lower Shoal-Hafen ist eine kleine Förde etwa 2 Sm südlich vom Shoal-Hafen. Der innerste Teil der Förde fällt trocken. Der

Southwest-Arm

des Random-Sundes erstreckt sich von der West Random-Huk 14 Sm weit in westsüdwestlicher und westlicher Richtung. Er ist durchschnittlich 1 Sm breit und in der Einfahrt 320 m (175 Fad.) tief. Nach innen zu nimmt die Wasser-

tiefe ab, beträgt aber noch 1 Sm vom innersten Ende des Armes 91 m (50 Fad.).

Die West Random-Huk ist flach und 89 m (291') hoch. Ihr Ostende ist ein hoher Abhang, der von der eigentlichen Huk durch eine Kluft getrennt ist. Meist über Wasser liegende Klippen erstrecken sich von der Huk aus 1 Kblg weit nach Osten.

Fox-Eiland, $1^1/_2$ Sm innerhalb der West Random-Huk, ist steil, an seiner Nordwestseite schroff, und 28 m (93') hoch.

Little Heartsease-Hafen, an der Südseite des Südwest-Armes, $3^1/_2$ Sm südwestlich von der West Random-Huk, ist durchschnittlich 137 m breit, an der Einfahrt 9.1 m (5 Fad.), am innersten Ende 3.7 m (2 Fad.) tief. Er ist frei von Untiefen, nur eine Klippe mit 0.9 m (3') Wasser darüber versperrt fast die Einfahrt in den ersten Seitenarm an der Ostseite.

Hodge Hole heißt eine kleine Bucht 2 Sm westsüdwestlich von Little Heartsease-Hafen. In der Mitte der Bucht liegt eine kleine Insel, südlich von der ein etwa 185 m im Quadrat großer Raum ist, auf dem kleine Schiffe ankern können.

Rocky-Hafen liegt gegenüber von Fox-Eiland an der Nordwestseite des Southwest-Armes. Er schneidet in nordnordwestlicher Richtung etwa $^1/_2$ Sm in das Land ein und ist $1^1/_2$ Kblg breit. Eine Klippe liegt ungefähr in der Mitte des Hafens bei Niedrigwasser in der Wasserlinie. Das Fahrwasser liegt östlich davon, westlich davon ist unreiner Grund. Die 2.4 m (8') hohe Southwest-Klippe liegt $^1/_2$ Kblg vor der Küste bei der Einfahrt nach dem Hafen und $^3/_4$ Sm südwestlich von Middle-Kliff.

Long-Bucht, eine kleine Bucht 1 Sm westsüdwestlich vom Rocky-Hafen, ist 9.1 m (5 Fad.) tief.

St. Jones Within-Hafen, $^3/_4$ Sm westlich von der Long-Bucht, erstreckt sich $^1/_2$ Sm weit in nördlicher und dann $^1/_2$ Sm weit in westlicher Richtung. Diese innere Hälfte ist 2 Kblg breit und bietet guten Ankerplatz auf 9.1 m (5 Fad.) bis 13 m (7 Fad.) Wasser. Die Einfahrt des Hafens ist 4 Kblg breit und die Wassertiefe beträgt bis hinauf zur Biegung 37 m (20 Fad.). Eine kleine Klippe liegt vor der östlichen Einfahrtshuk über Wasser.

Hatchers-Bucht, $2^1/_2$ Sm westsüdwestlich vom St. Jones Within-Hafen, bietet nahe bei ihrem innersten Ende für kleine Schiffe Ankerplatz auf 9.1 m (5 Fad.) Wasser.

North-Bucht, an der Nordseite und $1^1/_4$ Sm östlich vom innersten Ende des Southwest-Armes, ist etwa 4 Kblg im Quadrat groß und 7.3 m bis 15 m (4 bis 8 Fad.) tief. Der Grund ist, namentlich an der Ostseite der Bucht, mit Felsblöcken bedeckt, und eine Untiefe mit 3.7 m (12') Wasser darüber erstreckt sich von der westlichen Einfahrtshuk $1^1/_2$ Kblg weit in ostsüdöstlicher Richtung.

Black Brook-Ankerplatz. In das innerste Ende des Southwest-Armes mündet der Bach Black; $^1/_2$ Sm vor dessen Mündung kann man auf 5.5 m bis 18 m (3 bis 10 Fad.) Wasser über Schlick ankern.

Heartsease

heißt die Förde, die etwa $1^1/_2$ Sm südwestlich von der West Random-Huk liegt und in südwestlicher Richtung etwa 2 Sm in das Land einschneidet. Die Einfahrt zwischen der Heartsease-Huk im Nordosten und der South East-Huk im Südwesten ist etwa 3 Kblg breit und 44 m (23 Fad.) tief. Innerhalb der Einfahrt ist die Förde auf einer Strecke von fast 1 Sm 2 Kblg breit und 33 m bis 18 m (18 bis 10 Fad.) tief mit schlickigem Grunde. Weiterhin ist sie dann auf einer Strecke von 1 Sm etwa 1 Kblg breit und 18 m bis 13 m (10 bis 7 Fad.) tief, der Grund besteht hier ebenfalls aus Schlick. Im innersten Ende der Förde ist ein Teich. Bei nordöstlichen Stürmen setzt Dünung in die Einfahrt der Förde, wirkt aber nicht mehr auf die $^1/_2$ Sm innerhalb der Einfahrt vor der Ganny-Huk zu Anker liegenden Schiffe.

Landmarken. Long-Eiland, 6 Kblg südlich von der West Random-Huk, ist 320 m breit, in westsüdwestlicher Richtung $^3/_4$ Sm lang und 40 m (132') hoch.

Etwas mehr als $^1/_2$ Sm nordöstlich davon liegen die Green-Inselchen, und dicht bei diesen liegen mehrere 19 m (63') hohe Inselchen mit platten Gipfeln. Die Heartsease-Huk an der Nordostseite der Einfahrt in die Förde ist eine kleine Halbinsel, die mit dem Festlande durch einen 2.7 m (9') hohen Rücken aus grobem Kies verbunden ist. Nordwestlich von der Huk, am Abhange eines Hügels, steht einsam und auffällig eine Kirche, ein gewöhnliches großes Haus.

An- und Einsteuerung. Heartsease-Riff heißt die Untiefe mit 4.6 m bis 18 m ($2^1/_2$ bis 10 Fad.) Wasser darüber, die sich von den Green-Inselchen $^3/_4$ Sm weit in ostnordöstlicher Richtung erstreckt. Man bleibt nördlich von dieser Untiefe, wenn man das Nordende der West Random-Huk in der Richtung rw. 277° (mw. $NW^3/_4W$) nordöstlich frei hält vom Nordostende derselben Huk, und man bleibt östlich von der Untiefe, wenn man Duck-Eiland in der Richtung rw. 30° (mw. $NOzO^3/_8O$) östlich frei hält von der East Random-Huk. Die Durchfahrt zwischen den Green-Inseln und Long-Eiland hat 6.4 m ($3^1/_2$ Fad.) geringste Wassertiefe.

Etwa 1.1 Sm südöstlich vom Südende Long-Eilands liegen die 2.7 m (9') hohen White-Klippen, die nur einige Meter breit sind und an ihrer Nord- und ihrer Ostseite unter Wasser steil abfallen. 1 Kblg westlich von den Klippen liegt aber eine andere, gewöhnlich an Brandung kenntliche Klippe; $^1/_4$ Sm westlich von den Klippen ist noch weniger als 18 m (16 Fad.) Wasser. Man bleibt südöstlich von den Klippen, wenn man die Heartsease-Kirche in der ungefähren Richtung rw. 315° (mw. $NzW^3/_8W$) südwestlich freihält von Long-Eiland.

Die Beaver-Klippe liegt rw. 215° (mw. $SWzW^3/_4W$) beinahe $1^1/_2$ Sm von den White-Klippen und hat 5.5 m (3 Fad.) Wasser über sich. Man fährt östlich von dieser Klippe entlang, wenn man die West Random-Huk in der Richtung rw. 357° (mw. $NNO^3/_8O$) freihält von der Nordosthuk Long-Eilands.

Die einzigen Untiefen in der Heartsease-Förde sind zwei Klippen mit je 0.6 m (2') Wasser darüber, die gegenüber der südwestlichen Einfahrtshuk an der Nordwestseite der Förde liegen.

Round-Hafen,

etwa 3 Sm südlich von der südwestlichen Einfahrtshuk in die Heartsease-Förde, ist weniger als 2 Kblg lang, 1 Kblg breit und 5.5 m bis 9.1 m (3 bis 5 Fad.) tief, der Grund ist Schlick. Die etwa $^1/_2$ Kblg breite Einfahrt ist in der geraden und schroffen Küste zu beiden Seiten des Hafens nicht leicht auszumachen. Erst wenn man dicht unter Land ist, hebt sich die South-Huk, eine kleine nach Norden vorspringende, 64 m (210') hohe Halbinsel vom dahinter liegenden höheren Lande ab.

Die Bald-Huk, 2 Sm südlich von der Einfahrt in die Heartsease-Förde, ist ein steiler 149 m (489') hoher Felsenabhang. Landeinwärts von der Huk verläuft ein Tal parallel zur Küste, wodurch diese wie eine Halbinsel aussieht.

St. Jones-Hafen,

eine schmale Förde 3 Sm südlich von Round-Hafen, schneidet in westlicher Richtung beinahe 3 Sm weit in das Land ein. $1^1/_2$ Sm innerhalb der Einfahrt verengt sie sich zu 123 m Breite, ihre Tiefe beträgt hier und noch $^1/_2$ Sm weiter nach Westen 8.2 m ($4^1/_2$ Fad.). Das Ende der Förde besteht aus zwei Buchten, der südlichen und der westlichen.

Landmarken. Die St. Jones-Huk, eine steile und schroffe Huk, steigt etwa 2 Sm südsüdwestlich vom südlichen Teile der Bald-Huk zu 186 m (612') Höhe an. Etwa $^1/_2$ Sm südsüdwestlich davon liegt Seal-Eiland $^1/_2$ Kblg vor der Küste. Es besteht aus zwei Teilen, von denen der nördliche 18 m (60'), der südliche 45 m (148') hoch ist. Ein niedriger Rücken mit einigen felsigen Hügeln darauf verbindet beide Teile, und eine Bank mit 5.5 m (3 Fad.) Wasser darüber verbindet das Eiland mit dem Festlande. St. Jones-Eiland, rw. 125° (mw. $SSO^1/_4O$) $6^1/_2$ Kblg von der North-Huk des St. Jones-Hafen, ist 20 m (67') hoch und unzugänglich. Es fällt an seiner Ostseite unter Wasser steil ab, es erstrecken sich aber von ihm aus Klippen $1^1/_3$ Kblg weit nach Westen, und Untiefen etwa $^1/_2$ Kblg

weit nach Norden und Süden. Crown-Hügel, steil und höckerig, steigt im innersten Ende des St. Jones-Hafens zu 250 m (820′) Höhe an, und spitze Hügel von 240 m und 268 m (786′ und 878′) Höhe erheben sich jäh vom Lande nördlich vom Hafen. Die Ufer des Hafens sind steil und haben in westlicher Richtung gesehen das Aussehen von hintereinander liegenden Küstenabhängen.

Ankerplatz. Die westliche Bucht im innersten Ende des St. Jones-Hafens ist 2 Kblg breit, in nördlicher Richtung etwa 3 Kblg lang und 7.3 m bis 16 m (4 bis 9 Fad.) tief; der Grund ist Schlick.

In der südlichen Bucht, bis zu 123 m von der Ostseite, liegen mehrere kleine Inselchen und Klippen. Westlich von diesen befindet sich ein etwa $1^1/_2$ Kblg breiter Raum, in dem man auf 7.3 m bis 13 m (4 bis 7 Fad.) Wasser über Schlick ankern kann.

Deer-Hafen,

eine lange, aber schmale Förde, liegt etwa 2 Sm südlich vom St. Jones-Hafen und schneidet in westlicher Richtung etwa $4^1/_2$ Sm weit in das Land ein. Mehrere kleine Arme und Buchten zweigen vom Hauptarme ab. Southeast-Arm erstreckt sich von der Einfahrt zwischen der Robinson- und der Sophia-Huk 6 Kblg weit in östlicher Richtung, ist im allgemeinen etwa 1 Kblg breit und 7.3 bis 22 m (4 bis 12 Fad.) tief. Northeast-Arm erstreckt sich von der Sophia-Huk 4 Kblg weit in nordnordöstlicher Richtung, ist $1^1/_2$ Kblg breit und 7.3 bis 13 m (4 bis 7 Fad.) tief.

Landmarken. Deer-Hafen-Huk, die nordöstliche Einfahrtshuk, ist 132 m (432′) hoch und fällt an ihrer Südostseite unter Wasser steil ab. Verschiedene Felseninselchen liegen zwischen dieser Huk und der 1 Sm westlich davon liegenden Robinson-Huk; Green-Eiland, 7.3 m (24′) hoch, ist das östlichste, Poor Boy-Eiland, 6.1 m (20′) hoch, ist das westlichste davon. Big-Eiland, 1 Sm südwestlich von Green-Eiland, ist 66 m (218′) hoch, ist aber von See aus nicht leicht zu erkennen, da das naheliegende Festland höher ist als Big-Eiland. $^1/_2$ Sm nördlich von Big-Eiland liegt die abschüssige, auch unter Wasser steil abfallende Tea Cove-Huk, und $^1/_2$ Sm westnordwestlich von dieser, dicht vor der Südseite des Hafens, liegt Grub-Eiland. Westlich vom Grub-Eiland, an der Südseite der Einfahrt in die innere Förde, ragt eine Insel 39 m (128′) aus dem Wasser, und westlich von dieser liegt das 18 m (60′) hohe Gooseberry-Eiland. Die Sophia-Huk zwischen dem Southeast-Arm und dem Northeast-Arm ist 78 m (257′) hoch.

An- und Einsteuerung. Rw. 170° (mw. SzW$^3/_4$W), $^1/_2$ Sm von Poor Boy-Eiland, fast mitten zwischen Green- und Big-Eiland, liegt die kleine, unter Wasser steil abfallende Big-Klippe 6.4 m ($3^1/_2$ Fad.) unter Wasser. Man fährt östlich von dieser Klippe entlang, wenn man das Westende der Klippen westlich von St. Jones-Eiland in der Richtung rw. 33° (mw. NOzO$^5/_8$O) östlich freihält von der Deer-Hafen-Huk. Poor Boy-Riff mit 4.6 m (15′) Wasser darüber, liegt rw. 157° (mw. S$^5/_8$W) 2 Kblg vom Poor Boy-Eiland, ist 1 Kblg breit und fällt rundumzu unter Wasser steil ab. Untiefen mit 5.5 m (3 Fad.) Wasser darüber erstrecken sich eine kleine Strecke weit südlich von Poor Boy-Eiland, und steiniger Grund mit 3.2 m ($1^3/_4$ Fad.) Wasser darüber umgibt die Robinson-Huk bis zu $1^1/_2$ Kblg Abstand davon.

Die engste Stelle der Einfahrt ist zwischen der Tea Cove-Huk im Südwesten und Poor Boy-Eiland und dem Lande bei der Robinson-Huk im Nordosten; sie ist ungefähr $^1/_2$ Sm breit, wird aber durch eine Untiefe vor diesem Lande auf 3 Kblg eingeengt.

Hat man zum Einlaufen raumen Wind, so bringe man den Crown-Hügel in der Richtung rw. 311° (mw. NzW$^3/_4$W) mit dem nördlichen Ausläufer von Grub-Eiland in Linie, und laufe auf dieser Richtlinie zwischen dem Poor Boy-Riff und der Big-Klippe durch und weiter, bis das Nordostende von Big-Eiland in der Richtung rw. 160° (mw. S$^7/_8$W) mit der Tea Cove-Huk in Linie ist. Dann fahre man auf dieser Richtlinie weiter, umfahre Grub-Eiland und ankere nach eigenem Ermessen. Zu bemerken ist, daß der Crown-Hügel bald durch die dicht dabei liegende Hügelkette verdeckt wird.

Muß man kreuzen, so laufe man westlich von der Big-Klippe entlang, wobei man die Sophia-Huk in der Richtung rw. 336° (mw. N$^1/_2$O) westlich frei hält von der Robinson-Huk. Sieht man das Südende von Poor Boy-Eiland in der ungefähren

Peilung rw. 83° (mw. OSO) zwischen Green-Eiland und der Deer-Hafen-Huk, so steuere man ungefähr rw. 313° (mw. NzW$^1/_2$W) in der Mitte des Fahrwassers entlang und meide dabei die Untiefen vor der Robinson-Huk. Kommt dann das Nordostende von Big-Eiland in der Richtung rw. 160° (mw. S$^7/_8$W) mit der Tea Cove-Huk in Linie, so verfahre man wie oben angegeben ist.

In den inneren Teil der Förde steuere man dicht an der Nordwestseite des 39 m (128′) hohen Eilandes entlang, um die Klippe an St-B. zu lassen, die rw. 290° (mw. NW$^1/_2$N) 1$^1/_2$ Kblg vom Nordende des Eilandes liegt und nur 1.5 m (5′) Wasser über sich hat. Das Fahrwasser führt dann zwischen Gooseberry-Eiland und 1.5 m (5′) hohen Klippen nördlich davon hindurch. Innerhalb Gooseberry-Eilands und der Klippen kann man nach eigenem Ermessen auf 7.3 m bis 18 m (4 bis 10 Fad.) Wasser ankern. Zwei ziemlich große Flüsse münden im innersten Ende der Förde; die davor liegenden Bänke fallen $^1/_4$ Sm weit trocken.

Eis. St. Jones-Hafen und Deer-Hafen frieren im Januar zu und tauen in der zweiten Hälfte des April wieder auf.

Tiden. Die Hafenzeit für den Deer-Hafen ist 7h 49min, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.1 m (3$^1/_2$′), die Nipphochwasserhöhe 0.6 m (2′).

Ankerplatz. Außer den unter An- und Einsteuerung angeführten Ankerplätzen finden kleine Schiffe auch guten Ankerplatz in der Bucht westlich von Grub-Eiland. Der verfügbare Raum ist 2 Kblg breit und in südlicher Richtung 3 Kblg lang, die Wassertiefe beträgt 13 m bis 37 m (7 bis 20 Fad.).

Bull-Eiland-Ankerplatz.

Etwa 6 Sm südsüdwestlich von Big-Eiland, an der Nordwestseite von Bull-Eiland, liegt ein ausgezeichneter, vollständig von Land eingeschlossener kleiner Hafen, in dem bei stürmischem Wetter 50 bis 60 kleine Fischerfahrzeuge und Boote Schutz finden. Eine bei Niedrigwasser in der Wasserlinie liegende Klippe befindet sich nahe bei der Südwestseite der Einfahrt und wird gemieden, wenn man dicht unter der kiesigen Huk am gegenüberliegenden Ufer entlangfährt. Trinkwasser ist in genügender Menge vorhanden.

Landmarken und Untiefen. Etwa $^1/_2$ Sm südlich vom Südende Big-Eilands ragen die Harbour-Klippen 11 m (37′) aus dem Wasser, und ein Riff erstreckt sich von ihnen aus 1$^1/_2$ Kblg weit in nordnordöstlicher Richtung. Thames-Hafen-Huk heißt das Nordostende eines platten, 12 m (40′) hohen Eilands, das von den Harbour-Klippen durch eine 1 Kblg breite und 3.7 m (2 Fad.) tiefe Durchfahrt getrennt ist. Copper-Eiland, etwa 6 Kblg südsüdöstlich von der Thames-Hafen-Huk, ist 25 m (82′) hoch; Klippen erstrecken sich von Copper-Eiland aus 4 Kblg weit in südwestlicher Richtung, die am weitesten entfernte ist 4.6 m (15′) hoch. 1 Sm südwestlich vom Copper-Eiland schieben sich Schieferklippen von der Küste aus 1$^1/_2$ Kblg weit vor. Zwischen diesen Klippen und der Squib-Huk, 3 Sm südsüdwestlich davon, ist die Küste steil und felsig. Die Niagara-Huk, 3 Sm südsüdwestlich vom Copper-Eiland, ist der nördliche Ausläufer eines steilen Küstenabhanges.

Centre-Hügel, ein einzelner spitzer Hügel von 329 m (1081′) Höhe, der eine zerklüftete Hochebene um 165 m (540′) überragt, ist das höchste Land dieser Gegend, aber nicht so auffallend wie die niedrigeren Hügel im Vordergrund, namentlich nicht so auffallend wie der Crown-Hügel und die beiden spitzen, 240 m und 268 m (786′ und 878′) hohen Hügel nördlich vom innersten Ende des St. Jones-Hafen.

Bull-Eiland ist 86 m (281′) hoch und teilweise bewaldet, seine Breite beträgt 2 bis 4$^1/_2$ Kblg, seine Länge 1.6 Sm. Von dem Festlande ist es durch Bull-Eiland-Tickle, eine $^1/_2$ Sm breite Durchfahrt, getrennt. Beinahe in der Mitte dieser Durchfahrt, aber näher an der Nordost-Einfahrt, ragen die Flat-Klippen 1.8 m (6′) aus dem Wasser. 1 Kblg ostnordöstlich und südlich von den Flat-Klippen liegen zwei Klippen mit 0.9 m und 0.6 m (3′ und 2′) Wasser darüber; die Nordseite der Flat-Klippen fällt unter Wasser steil ab. Im übrigen sind die Ufer der Durchfahrt steil, das beste Fahrwasser ist aber westlich von den Flat-Klippen.

Küstenstrom. Ein vom Winde abhängiger Strom setzt durch den Bull-Eiland-Tickle und erreicht manchmal $^1/_2$ Sm Geschwindigkeit in der Stunde.

Tiden. Die Hafenzeit für Bull-Eiland ist 7h 22min, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.1 m (3½′), die Nipphochwasserhöhe 0.6 m (2′).

Rix-Hafen,

eine kleine Bucht des Festlandes nordwestlich vom Südende Bull-Eilands, ist 13 m (7 Fad.) tief und bietet guten Ankerplatz für kleine Schiffe. An der Einfahrt liegen die etwas aus dem Wasser ragenden Chalk-Klippen, die sich in südlicher Richtung etwa ½ Kblg weit ausdehnen. Kleine Schiffe laufen an beiden Seiten der Klippen ein, da die Ufer des Hafens steil sind und unter Wasser steil abfallen.

Wasser kann man leicht einem Strom entnehmen, der in den innersten Teil des Hafens mündet.

Bull-Arm

erstreckt sich von seiner Einfahrt, die zwischen Bull-Eiland und der Masters-Huk 3 Sm breit ist, zunächst 7¼ Sm weit ungefähr nordnordwestlich, und dann 2¼ Sm weit in westnordwestlicher Richtung, wobei seine Breite auf 4 Kblg abnimmt. Der Arm hat zwar keine Untiefen in mäßiger Entfernung von seinen Ufern, aber auch keinen guten Ankerplatz außer im innersten Ende. An der Westseite des Armes, 5½ Sm innerhalb der Masters-Huk, liegt die Great Mosquito-Bucht, wo man 1 Kblg vom innersten Ende 13 m (7 Fad.) Wasser findet. Außerdem liegen an dieser Seite des Armes noch andere kleine Buchten, die Fischerboote aufnehmen können. Die größte ist die Little Mosquito-Bucht, aber fast mitten in der Einfahrt liegt eine Klippe mit 1.5 m (5′) Wasser darüber.

Eis. Bull-Arm friert ungefähr Mitte Januar zu und taut um den 10. Mai herum wieder auf.

Die Bahnstation Whiteway liegt ungefähr ¾ Sm vom innersten Ende des Bull-Armes entfernt.

Rantem-Bucht,

westlich von der Masters-Huk, hat sehr tiefes Wasser, bietet aber guten Ankerplatz in ihren Nord- und Nordwestarmen, wenn man ziemlich weit hineinfährt. Beinahe mitten in der Bucht, aber ziemlich nahe der Nordseite, ragt Boulton-Eiland 6.1 m (20′) aus dem Wasser. Eine Klippe mit 0.6 m (2′) Wasser darüber liegt rw. 116° (mw. SOzS) 1½ Kblg, eine andere mit 1.5 m (5′) Wasser darüber liegt rw. 192° (mw. SW¼S) ebenfalls 1½ Kblg von dem Boulton-Eiland. Die Ufer der Bucht fallen unter Wasser steil ab.

Der südliche Arm der Bucht ist nach Norden zu offen, um sich als Ankerplatz zu eignen. Ein hineinmündender Fluß soll aber ausgezeichnete Forellen enthalten.

An den Ufern der Bucht sind Wälder, deren Bäume für Bootsbau und kleine Spieren groß genug sind.

Die Eisenbahnstationen La Manche und Rantem liegen etwa 1¼ Sm weit landeinwärts von der Rantem-Bucht. Telegraphische Verbindung ist vorhanden.

Big und Little Chance

heißen zwei kleine Buchten, die 1¾ Sm südsüdöstlich von der Rantem-Bucht liegen Sie eignen sich nur im Sommer für kleine Schiffe als Ankerplätze. Den besten Schutz bietet eine kleine Bucht an der Nordseite der Little Chance-Bucht. Eine Klippe mit 1.8 m (6′) Wasser darüber liegt rw. 341° (mw. NzO) beinahe 3 Kblg vor der Green-Huk an der Ostseite der Einfahrt in die Big Chance-Bucht, und zwischen dieser Klippe und der Green-Huk ist eine andere Klippe, die trocken fällt. Beim Einlaufen in eine der beiden Buchten muß man nahe unter ihren Nordwesthuken entlang fahren. Einige Familien haben sich an den Ufern der Buchten niedergelassen.

Tickle-Bucht. Die Einfahrt in diese Bucht liegt zwischen der Green-Huk und der 4¾ Sm ostnordöstlich davon liegenden Tickle Harbour-Huk. Von hier aus erstreckt sich die Bucht beinahe 3 Sm weit in südlicher Richtung. Sie ist verhältnismäßig flach und der Grund ist nahe bei ihrem innersten Ende gut. Als Ankerplatz ist sie aber nicht sicher, da fast immer Dünung hineinsetzt, die bei nördlichen und nordöstlichen Stürmen sehr gefährlich ist. Die Bucht zeichnet sich durch großen Fischreichtum aus.

Die Tickle Harbour-Huk ist das Ende eines durchschnittlich $1^3/_4$ Sm breiten Vorgebirges, das sich vom inneren Ende der Trinity-Bucht 5 Sm weit in nördlicher Richtung erstreckt. Das Land in der Nähe der Huk steigt zu 132 m (432′) Höhe an, die auch das Vorgebirge größtenteils beibehält. Rw. 234° (mw. $W^1/_2S$) 2 Sm von der Tickle Harbour-Huk liegt die Hudson-Klippe 4.6 m (15′) unter Wasser am Nordende einer Felsenbank. Diese erstreckt sich $^3/_4$ Sm von der Ostseite, parallel zu dieser, 1 Sm weit in die Tickle-Bucht hinein.

In der Südostecke der Tickle-Bucht, an der Einfahrt in einen Salzwassersee, liegt Colliers-Arm. Er ist durch eine kleine Insel und durch ein Felsenriff geschützt, seine Einfahrt ist 1 Kblg breit, aber bei Niedrigwasser nur 1.2 m (4′) tief. Der Ebbstrom ist stark und setzt über einen Sandsteert; Ortskenntnis ist zum Einlaufen nötig.

Die Eisenbahnstation Tickle-Hafen liegt 4 Sm südwestlich von der Einfahrt in den Colliers-Arm.

Cottier-Bucht, eine offene Bucht, etwa $5^1/_2$ Sm südlich von der Tickle Harbour-Bucht, bietet bei ablandigen Winden $^1/_2$ Sm von ihrem innersten Ende Ankerplatz auf 18 m (10 Fad.) Wasser über Sand.

Long-Bucht ist offen, aber frei von Untiefen. Sie wird durch die Cottier-Huk, die am Nordostende eines 76 m (250′) hohen Vorgebirges liegt, von der Cottier-Bucht getrennt.

Chapple-Bucht, zwischen der Chapple-Huk im Nordwesten und der Mc Leod-Huk im Südosten $1^1/_4$ Sm breit, schneidet in südlicher Richtung $3^1/_2$ Sm weit in das Land ein. Die Ufer der Bucht fallen in kurzem Abstand vom Lande unter Wasser steil ab, wodurch sich die Bucht zum Ankern für große Schiffe nicht eignet. $1^1/_2$ Sm innerhalb der Mc Leod-Huk erstrecken sich von einem kleinen Vorgebirge an der Ostseite schmale Inselchen und Klippen 4 Kblg weit in nördlicher Richtung und schützen einen kleinen Bootshafen. Beinahe 1 Sm südlich von diesen Inselchen liegt ein anderes mit Klippen vor seiner Ost- und seiner Westseite, und nahe beim innersten Ende der Bucht ist das kleine, unter Wasser steil abfallende Mooring-Eiland.

Kleine Schiffe ankern vor der südlichen Bucht im innersten Ende der Chapple-Bucht auf 6.4 m ($3^1/_2$ Fad.) bis 22 m (12 Fad.) Wasser. Die westliche Bucht ist flach.

Die Bahnstation Long-Hafen liegt etwa 4 Sm südsüdwestlich vom innersten Ende der Chapple-Bucht.

Spreadeagle-Bucht, östlich von der Chapple-Bucht, ist in der Einfahrt beinahe 2 Sm breit. Eine Huk, von der sich ein Riff mit 9.1 m (5 Fad.) Wasser an der Außenkante beinahe $^1/_4$ Sm weit nach Norden erstreckt, teilt die Bucht in zwei kleinere Buchten. Größere Schiffe finden bei ablandigen Winden geschützten Ankerplatz in der östlichen Bucht auf 22 m (12 Fad.) Wasser über Sand, kleinere Schiffe ankern in der westlichen Bucht auf 11 m (6 Fad.) Wasser.

Dildo-Arm, der südöstlichste Hafen der Trinity-Bucht, liegt östlich von der Spreadeagle-Bucht und ist etwa 2 Sm lang, 1 Sm breit und im allgemeinen tief. Sein inneres Ende teilt eine Huk, von der sich flaches Wasser $1^1/_2$ Kblg weit erstreckt, in zwei Buchten. Die östliche Einfahrtshuk steigt in einem Hügel zu 46 m (150′) Höhe an und schützt die eben innerhalb der Einfahrt liegende Dildo-Bucht, an deren Ufern sich die Niederlassung befindet.

Etwa 7 Kblg westsüdwestlich von der östlichen und ungefähr ebensoweit nördlich von der westlichen Einfahrtshuk liegen die 18 m (60′) hohen Dildo-Inseln, die sich in Nord-Süd-Richtung etwa 1 Sm weit ausdehnen. Eine Brutanstalt für Dorsch ist auf den Inseln, auch betreibt man Hummerzucht. Mitten im Fahrwasser über die Barre zwischen den Dildo-Inseln und der westlichen Einfahrtshuk in den Dildo-Arm kann man nur auf 13 m (7 Fad.) Wasser rechnen.

An die Westseite des Dildo-Armes darf man nicht näher als auf $1^1/_2$ Kblg Abstand heranlaufen.

Eis. Dildo-Arm friert Mitte oder Ende Februar zu, und taut Mitte oder Ende März wieder auf. Im Jahre 1884 war die Trinity-Bucht südlich von der Verbindungslinie Tickle-Hafen-Huk—Hopeall-Huk etwa eine Woche lang zugefroren, und im

Jahre 1887 hielt sich in diesem Teile der Bucht noch am 9. August ein Eisberg auf. Später wurde bisher kein Eisberg gesehen. Von Norden kommt etwa alle fünf Jahre Eis angetrieben und zwar gewöhnlich im April, es hält sich aber selten eine Woche lang.

Tiden. Die Hafenzeit für Dildo-Arm ist 6h 40min, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.4 m (4½′).

Ankerplatz. Gegen nordöstliche Winde geschützten Ankerplatz findet man vor der Dildo-Bucht auf 15 m (8 Fad.) Wasser. Auf 22 m (12 Fad.) Wasser kann man ankern vor der südöstlichen der beiden Buchten im innern Ende des Dildo-Armes. Man liegt hier aber gegen nordöstliche Winde ungeschützt. Die westliche Bucht ist flach.

Eine Bahnstation liegt 3 Sm südlich vom Dildo-Arm.

New-Hafen, etwa 1½ Sm nördlich von der östlichen Einfahrtshuk des Dildo-Armes, bietet Fischerfahrzeugen geschützten Ankerplatz hinter einer Klippenreihe, die sich vom südlichen Ufer in den Hafen hineinschiebt. Ein großes Dorf ist im innersten Ende des Hafens angelegt.

Hopeall-Bucht, nördlich vom New-Hafen, schneidet in südöstlicher Richtung 2¼ Sm in das Land ein. Sie ist an der Einfahrt fast 1½ Sm breit, wird aber nach innen zu schmaler und ist im innersten Ende nur noch 6½ Kblg breit. Die Wassertiefe nimmt innerhalb der Einfahrt zunächst auf 40 m (22 Fad.) zu, nimmt dann aber nach dem innersten Ende hin allmählich ab. Hier kann man auf 16 m (9 Fad.) Wasser ankern, liegt aber gegen westliche und nördliche Winde ungeschützt.

3½ Kblg westlich von der nordöstlichen Einfahrtshuk der Hopeall-Bucht liegt das 23 m (75′) hohe Hopeall-Eiland, das an seiner Nord- und seiner Westseite unter Wasser steil abfällt. Zwischen dem Eiland und der Huk sollte man aber nicht durchfahren.

Hopeall-Huk ist die westliche Einfahrtshuk der Hopeall-Bucht.

Einige Häuser stehen beim innersten Ende der Bucht.

Greens-Hafen, ein gegen nordwestliche Winde ungeschützter Hafen nordöstlich von der Hopeall-Bucht, erstreckt sich bei 6 Kblg Breite 1½ Sm weit in südöstlicher Richtung. Seine Wassertiefe nimmt von 16 m (9 Fad.) in der Einfahrt nach dem innersten Ende zu allmählich auf 9.1 m (5 Fad.) ab. Untiefen erstrecken sich vor dem Nordende der südlichen Einfahrtshuk 2 Kblg weit.

Tiden. Die Hafenzeit für Greens-Hafen ist 6h 44min, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.1 m (3½′).

Ein großes Dorf steht beim innersten Ende des Hafens.

Witless-Bucht, durch die 15 m (50′) hohe Black-Huk von Greens-Hafen getrennt, ist an der Einfahrt 2 Sm breit und in östlicher Richtung beinahe 1½ Sm tief. Die Wassertiefe nimmt von 31 m (17 Fad.) in der Einfahrt bis zum innersten Ende der Bucht allmählich auf 15 m (8 Fad.) ab.

Die Black-Klippe liegt rw. 268° (mw. NWzW½W) 7 Kblg von der Black-Huk 11 m (6 Fad.) unter Wasser. Klippen erstrecken sich auch auf geringere Entfernung von der Black-Huk. Die Red-Klippen, 34 m (110′) hoch, liegen rw. 234° (mw. W½S) 7 Kblg von der nordöstlichen Einfahrtshuk der Witless-Bucht, und die Witless-Klippe, mit 1.2 m (4′) Wasser darüber, liegt rw. 153° (mw. S¼W) ¾ Sm von den Red-Klippen. Die Witless-Klippe ist die höchste Stelle einer Bank mit weniger als 18 m (10 Fad.) Wasser, die sich in östlicher Richtung beinahe ½ Sm weit erstreckt.

Die Witless-Bucht bietet nur bei ablandigen Winden geschützten Ankerplatz.

Shoal-Bucht heißt eine offene Bucht etwa ¾ Sm nördlich von der Witless-Bucht. Die südliche Einfahrtshuk ist bis auf einigen Abstand von ihr unrein, und die Shoal-Klippe mit 2.7 m (9′) Wasser darüber liegt rw. 308° (mw. NNW) 3 Kblg von dieser Huk. Einige Häuser stehen an den Ufern der Bucht.

Hearts Delight ist ein geschützter Hafen etwa 3 Sm nördlich von der Shoal-Bucht. Er ist ½ Sm breit und bietet eben innerhalb der Einfahrt ausgezeichneten Ankerplatz auf 13 m (7 Fad.) Wasser. Ein flacher Steert mit 4.6 m (2½ Fad.) Wasser darüber erstreckt sich beim innersten Ende des Hafens vom

Nordufer 1 Kblg weit, so daß nur eine $1^1/_2$ Kblg breite Durchfahrt zwischen dem Außenende dieses Steertes und einer niedrigen Huk am Südufer bleibt. Flaches Wasser schiebt sich auch $1^1/_2$ Kblg weit von der Einfahrtshuk vor.

Einige Klippen sind vor der Island-Bucht, die etwa $1^1/_4$ Sm nordöstlich von der Long-Huk liegt, und die South-Klippe mit 6.4 m ($3^1/_2$ Fad.) Wasser darüber liegt rw. 285° (mw. NW) fast $^1/_2$ Sm von der südlichen Einfahrtshuk von Hearts Delight.

Eine Niederlassung mit Kirche und Schule ist in Hearts Delight.

Hearts Desire, eine offene Bucht $2^1/_2$ Sm nordnordöstlich von Hearts Delight, bietet nur bei ablandigen Winden geschützten Ankerplatz auf 11 m bis 24 m (6 bis 13 Fad.) Wasser. Gannet heißt die südwestliche Einfahrtshuk.

Landmarken. $2^1/_2$ Sm östlich von Hearts Desire steigt Hanging-Hügel zu 198 m (650′) Höhe an, er ist von der Trinity-Bucht aus auffallend. Mizen-Hügel, 4 Sm nördlich davon, ist 204 m (670′) hoch. Shuffleboard, ein auffälliger Hügel von 129 m (422′) Höhe, liegt eben innerhalb der nordöstlichen Einfahrtshuk von Hearts Desire. $1^3/_4$ Sm nordnordöstlich davon liegt die 87 m (286′) hohe Seal-Bucht-Huk, die seewärts einen auffälligen Erdrutsch zeigt. Sugarloaf heißt der auffällig spitze Hügel, der $5^1/_2$ Sm nordnordöstlich von der Seal-Bucht-Huk zu 126 m (415′) Höhe ansteigt.

Rw. 257° (mw. WNW$^1/_2$W) von der Gannet-Huk, $1^1/_4$ Sm davon entfernt, liegt die kleine Gannet-Klippe 9.1 m (5 Fad.) unter Wasser. Man bleibt östlich von dieser Klippe, wenn man Sugarloaf in der Richtung rw. 32° (mw. NOzO$^1/_2$O) mit Shuffleboard in Linie hält. In der Bucht Hearts Desire erstreckt sich von einer niedrigen Huk am südlichen Ufer ein Riff 1 Kblg weit.

Eis. Hearts Desire friert im Februar oder anfangs März zu und taut auch im März wieder auf. Feldeis kommt etwa Mitte April angetrieben und verschwindet wieder gegen den 8. Mai; es kann auch später eintreffen und früher verschwinden.

Eine Niederlassung ist in Hearts Desire.

Hearts Content, eine nach Norden offene Bucht etwa 3 Sm nordnordöstlich von Hearts Desire, ist in der Einfahrt zwischen der Süd-Huk im Westen und der Nord-Huk im Osten 4 Kblg breit. Von hier aus erstreckt sich die Bucht $1^1/_4$ Sm weit in südöstlicher Richtung und ist in der Mitte 1 Sm breit. Die Wassertiefe beträgt 13 m bis 37 m (7 bis 20 Fad.).

Die White-Klippe liegt rw. 319° (mw. NzW) $^1/_2$ Sm von der Nord-Huk, 11 m (6 Fad.) unter Wasser. Man bleibt nordwestlich von dieser Klippe, wenn man Sugarloaf in der Richtung rw. 32° (mw. NOzO$^1/_2$O) nordwestlich freihält von der Garlep-Huk, die 2 Sm nördlich von der Nord-Huk liegt, und man bleibt südwestlich von der Klippe, wenn man Hearts Content-Kirche in der Richtung rw. 122° (mw. SSO$^1/_2$O) südlich freihält von der Nord-Huk.

Eis. Hearts Content friert gewöhnlich zwischen Ende Januar und Mitte Februar zu und taut gegen Ende März wieder auf. Das vom Norden kommende Eis erscheint gewöhnlich gegen Mitte April und verschwindet wieder gegen Mitte Mai.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere“ 1914, Heft V, Titel VI.

Tiden. Die Hafenzeit für Hearts Content ist $7^h\,30^{min}$, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.2 m (4′), die Nipphochwasserhöhe 0.8 m ($2^1/_2$′).

Ankerplatz. Um die Kabel (vgl. weiter unten) zu meiden, ankere man östlich von der Linie, wo eine Huk, die $5^1/_2$ Kblg südwestlich von der Kirche liegt, rw. 155° (mw. S$^1/_2$W) peilt; ferner muß man die Kirche entweder südlicher als rw. 104° (mw. SO$^1/_8$O) oder nördlicher als rw. 48° (mw. ONO$^7/_8$O) peilen.

Die **Stadt** ist am Ostufer des Hafens angelegt. Dahinter liegt ein See und der 204 m (670′) hohe Mizen-Hügel.

Der **Dampfer** von Clarenville kommt im Sommer und Herbst wöchentlich einmal nach Hearts Content.

Telegraphenkabel. Sechs Telegraphenkabel landen bei Hearts Content. Jeden Frühling, sobald der Hafen eisfrei ist, werden drei rot und weiße Tonnen ausgelegt, von denen zwei die Nord- und Süd-, die dritte die Ost- und West-Richtungen der Kabel kennzeichnen.

New Perlican liegt etwa 2 Sm nordnordöstlich von Hearts Content. Die Einfahrt ist zwischen der unter Wasser steil abfallenden Garlep-Huk und der Jeans-Huk, einem steilen Abhang am Fuße eines 85 m (280′) hohen Hügels. An der Südseite des Hafens sind zwei Buchten, die durch die Bloody-Huk voneinander getrennt werden. Flitters-Bucht, die westliche davon, erstreckt sich $^1/_2$ Sm weit in südlicher Richtung; sie ist nach Norden zu offen und an ihren Ufern entlang zieht sich flaches Wasser. Die östliche Bucht, Harbour Proper genannt, erstreckt sich $3^1/_2$ Kblg weit nach Süden, ist in der Einfahrt 2 Kblg breit und verengt sich allmählich nach dem inneren Ende zu, von wo aus sich flaches Wasser $1^3/_4$ Kblg weit erstreckt. Dieser Hafen eignet sich nur für Fischerfahrzeuge, die nahe unter der Westseite des Hafens ankern, um eine Klippe mit 1.2 m (4′) Wasser darüber vor dem ersten Landungsstege an der Ostseite zu meiden. Größere Schiffe ankern vor den Einfahrten der beiden Buchten auf 15 m (8 Fad.) Wasser, von wo aus die Bloody-Huk rw. 150° (mw. S) peilt.

Die Küste zwischen der Nord-Huk von Hearts Content und der Garlep-Huk besteht aus niedrigen Küstenabhängen, und man darf nicht näher als auf 1 Kblg an die vorspringenden Huken heranlaufen. Die Bacon-Bucht-Huk steigt $5^1/_2$ Kblg nördlich von der Nord-Huk in einem Hügel zu 40 m (132′) Höhe an.

Leuchtfeuer. Auf Jeans Head in der Einfahrt nach New Perlican ist in einem weißen, achtseitigen, 8.4 m hohen, hölzernen Turm, der mit dem einstöckigen Wärterhause durch einen überdachten Gang verbunden ist, 48.6 m über Wasser ein weißes, unterbrochenes Feuer mit Einzelunterbrechungen von 3^s Dauer, Schein 7^s, Wiederkehr 10^s, angezündet.

Tiden. Die Hafenzeit für New Perlican ist $7^h\,30^{min}$, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.2 m (4′), die Nipphochwasserhöhe 0.8 m ($2^1/_2$′).

Hants-Hafen, etwa $6^1/_2$ Sm nordöstlich von der Jeans-Huk, ist $1^1/_2$ Kblg breit und in südlicher Richtung 3 Kblg lang. Er ist nach Norden offen, so daß bei und nach Stürmen schwere See hineinsetzt und an seiner Ostseite Unterströmung verursacht. Trotzdem können einige Schiffe im Winter hier sicher liegen.

An- und Einsteuerung. Vor der Küste bei Hants-Hafen sind verschiedene Klippen und Untiefen, deren Lage man aus der Karte ersehen kann. Die bedeutendsten sind Riff Raffs, Knife-Klippe, Hants-Hafen-Klippe, White-Klippe, Arthur-Klippe, Block-Klippe und Tail of the bank. Auf der letzteren stehen 11 m (6 Fad.) Wasser. Außerdem sind noch verschiedene Untiefen vorhanden, die 2.7 m bis 13 m (9′ bis 7 Fad.) unter Wasser liegen. Alle diese Untiefen sind schon bei mäßiger See gefährlich.

Beim Anlaufen des Hafens bringe man zunächst den Leuchtturm an der Nordostseite der Einfahrt in die Peilung rw. 184° (mw. SWzS) und laufe auf dieser Leitmarke zwischen dem Tail of the bank und den Riff Raff-Klippen durch, die gewöhnlich an Brandung kenntlich sind. Wenn die Seal-Klippe vor der Seal-Bucht-Huk in der Richtung rw. 113° (mw. $SO^3/_4S$) mit der Seal-Bucht-Huk in Linie ist, so steuere man ungefähr rw. 156° (mw. $S^1/_2W$), auf den höchsten Hügel an der Küste zwischen dem Hafen und der Seal-Bucht zu, um die Untiefe zu meiden, die sich von der westlichen Einfahrtshuk vorschiebt. Kommt dann die Seal-Klippe in der Richtung rw. 57° (mw. $O^1/_4N$) mit der Salvage-Huk in Linie, so bringe man die Hants-Hafen-Kirche in die Peilung rw. 223° (mw. $WSW^1/_2W$) und steuere in der Mitte der Durchfahrt in den Hafen hinein und ankere unter der Westseite auf 7.3 m (4 Fad.) Wasser.

Nicht nach Hants-Hafen bestimmte Schiffe meiden alle Untiefen zwischen der Kings-Huk (4 Sm nordnordöstlich von der Jones-Huk) und der Salvage-Huk (8 Sm nordöstlich von der Kings-Huk), wenn sie die Grates-Huk an der Südseite der Einfahrt in die Trinity-Bucht so lange in der Peilung rw. 71° (mw. OzS) halten, bis Sugarloaf in der Richtung rw. 198° (mw. $SW^1/_4W$) gut westlich frei ist von der Kings-Huk.

Eis. Hants-Hafen friert selten zu. Feldeis kommt um den 1. April herum an, der Zeitpunkt seines Verschwindens ist aber unbestimmt. Das erste Schiff kommt ungefähr Mitte April im Hafen an, das letzte verläßt ihn etwa am 25. Dezember.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere" 1914, Heft V, Titel VI.

Tiden. Die Hafenzeit für Hants-Hafen ist 7h 13min, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.2 m (4′), die Nipphochwasserhöhe 0.7 m (2¹/₄′).

Der **Dampfer** von Clarenville kommt im Sommer und Herbst wöchentlich einmal nach Hants-Hafen.

Old Perlican, ein Sommerankerplatz für kleine Schiffe, südlich von Perlican-Eiland, liegt etwa 10¹/₂ Sm ostnordöstlich von Hants-Hafen.

Die Salvage-Huk, etwa 5 Sm nordöstlich von Hants-Hafen, besteht aus rauhem, steinigem Strand, hinter dem Hügel zu 122 m bis 152 m (400′ bis 500′) Höhe ansteigen.

Die Salvage-Klippen liegen rw. 7° (mw. NO³/₄N) von der Salvage-Huk. Perlican-Eiland liegt 4 Kblg vor der Küste und vor dem Orte Old-Perlican; die Durchfahrt dahin ist aber nur Booten möglich.

Ankerplatz. Man ankert südlich von Perlican-Eiland auf 5.5 m bis 9.1 m (3 bis 5 Fad.) Wasser, von wo aus die Ausläufer des Eilands rw. 296° (NWzN) und rw. 15° (mw. NO) peilen. Beim Aufsuchen des Ankerplatzes bleibe man 2 Kblg von Perlican-Eiland.

Eis. Old Perlican friert gewöhnlich um Mitte Januar zu und bleibt in manchen Jahren nur eine Woche lang geschlossen. Nordeis kommt nicht jedes Jahr, wenn es eintrifft, kommt es gewöhnlich zwischen dem 1. März und Mitte April und hält sich selten viel länger auf als bis Mitte April.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere“ 1914, Heft V, Titel VI.

Tiden. Die Hafenzeit für Old Perlican-Ankerplatz ist 6h 46min, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.0 m (3¹/₄′), die Nipphochwasserhöhe 0.7 m (2¹/₄′).

Conception-Bucht.

Dieselben Quellen und Karten wie für die Bird-Eiland-Bucht S. 113. Außerdem Brit. Adm-Krt. Nr. 297, Carbonear to Brigus Bay including Harbour Grace.

Die **Conception-Bucht** ist an der Einfahrt zwischen der Broad-Bucht-Huk im Westen und Kap St. Francis im Osten 11¹/₄ Sm breit und in südlicher Richtung bis zum innersten Ende der Holy Rood-Bucht 28 Sm lang. An ihrer Westseite liegen zahlreiche kleinere Buchten. Die geographische Lage von Kap St. Francis ist 47° 48′ N-Br. und 52° 47′ W-Lg. Die Mißweisung für das Jahr 1916 beträgt 29.6° W, ihre jährliche Abnahme etwa 4′.

Allgemeines. Die Küste verläuft von der Grates-Huk 6 Sm weit etwa südsüdöstlich bis zur Split-Huk. 1.7 Sm östlich von der Split-Huk liegt der südliche Ausläufer des 3 Sm langen, etwa ³/₄ Sm breiten und fast unzugänglichen Baccalieu-Eilands. Zwischen diesem Eiland und der Split-Huk, rw. 289° (mw. NW³/₈N) 1.1 Sm vom Südwestende Baccalieu-Eilands, liegt die Wall-Klippe 9.1 m (5 Fad.) unter Wasser. Die Küste zwischen der Split-Huk und der 18¹/₂ Sm südsüdwestlich davon liegenden Broad-Bucht-Huk ist im allgemeinen rein. Die einzigen Untiefen sind die Job- und die Puddy-Klippe, die beide 9.1 m (5 Fad.) unter Wasser liegen. Die Job-Klippe liegt rw. 87° (mw. SOzO⁵/₈O) 1.4 Sm von Gull-Eiland bei der Einfahrt in die Job-Bucht, und die Puddy-Klippe liegt rw. 23° (mw. NO³/₄O) ¹/₂ Sm von der Western-Bucht-Huk.

Eis. Gewöhnlich füllt sich die Conception-Bucht zwischen dem 16. Januar und dem 1. März mit Eis, dieses verschwindet wieder zwischen Mitte März und dem 20. April, ist jedoch auch noch bis zum 25. Mai in der Bucht gewesen. In manchen Wintern treibt sehr wenig Eis in die Bucht hinein.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere„ 1914, Heft V, Titel VI.

Signalstelle. Der Leuchtturm auf Baccalieu-Eiland ist mit den internationalen Signalen ausgerüstet.

Carbonear-Bucht. Die Einfahrt in diese Bucht liegt etwa 7¹/₄ Sm südwestlich von der Broad-Bucht-Huk, zwischen der Crockers-Huk im Norden und der Mosquito-Huk im Süden. Die Carbonear-Bucht ist ³/₄ Sm breit und in westlicher Richtung 1³/₄ Sm lang. Ihre Ufer sind steil, außer an ihrem innersten Ende, wo sie allmählich zu einem Kiesstrande abflachen.

Allgemeines. Die Küste zwischen der Salmon-Bucht-Huk, die 4¹/₄ Sm südsüdwestlich von der Broad-Bucht-Huk liegt, ist steil und stellenweise schroff, die

Hügel steigen dort zu 149 m (490′) Höhe an. Einige Fischerdörfer, von denen Clements, Freshwater und Crockers die bedeutendsten sind, liegen am Eingang von Bergschluchten.

Mehrere kleine Inseln und Klippen liegen vor diesem Teile der Küste; so die Harton-Klippen, eine Reihe kleiner Inseln und Klippen mit einer bei Niedrigwasser in der Wasserlinie liegenden Klippe am Außenende, an der Südseite der Clements-Bucht. Sie trennen diese von der Freshwater-Bucht. Die kleine, über Wasser ragende Bradley-Klippe liegt beinahe mitten zwischen dem Außenende der Harton-Klippen und Maiden-Eiland, etwas seewärts von der Verbindungslinie der beiden. Maiden-Eiland, 15 m (49′) hoch, ist nicht leicht auszumachen, da es nur klein ist und ebenso aussieht wie die Küstenabhänge. Halbwegs zwischen Maiden-Eiland und Crockers-Huk, 125 m von der Küste, liegen einige Klippen über Wasser.

Carbonear-Eiland liegt $2^1/_2$ Sm südsüdwestlich von der Salmon-Bucht-Huk. Es ist $1^1/_2$ Kblg breit, in südwestlicher Richtung $^1/_2$ Sm lang und 52 m (169′) hoch; nach Südwesten hin fällt es allmählich ab, seine Küsten bestehen meistens aus Felsen.

Saddle-Hügel, ein bemerkenswerter Hügel von 153 m (503′) Höhe, liegt an der Südseite der Carbonear-Bucht.

An- und Einsteuerung. Wenn man von Norden her bei gewöhnlichem Wetter die Carbonear-Bucht ansteuert, so halte man die Broad-Bucht-Huk in der ungefähren Richtung rw. 33° (mw. NOzO$^5/_8$O) östlich frei von den Folly-Klippen. Man bleibt auf diese Weise südöstlich von den Klippen, die zwischen den Folly-Klippen und der Crockers-Huk vor der Küste liegen und alle aus dem Wasser ragen. Die Kane-Klippe mit 16 m (9 Fad.) Wasser darüber, die rw. 1° (mw. NNO$^3/_4$O) $^3/_4$ Sm vom Leuchtturm auf Carbonear-Eiland liegt, und die Saucy Joe-Klippe mit 20 m (11 Fad.) Wasser darüber, die rw. 344° (mw. NzO$^1/_4$O) $3^1/_2$ Kblg von demselben Leuchtturm liegt, sind bei schwerer See mit östlichen Winden gelegentlich an Brandung kenntlich.

Das Fahrwasser in der $^1/_2$ Sm breiten Durchfahrt zwischen Carbonear-Eiland und der Mosquito-Huk wird durch Felsenriffe, die von dem Eiland und von der Huk vorspringen, auf 1 Kblg Breite eingeengt. Benutzt man dieses Fahrwasser, so behält man 7.3 m (4 Fad.) Wasser, wenn man die Haypuk-Klippe in der Richtung rw. 167° (mw. SzW$^1/_2$W) achteraus eben verdeckt hält durch den Abhang der Old Sow-Huk an der Südseite der Einfahrt in die Mosquito-Bucht. Die Haypuk-Klippe ist eine 6.1 m (20′) hohe Klippe eben nordöstlich von der Feather-Huk an der Südseite der Einfahrt zum Hafen Grace.

Eis. Die Carbonear-Bucht friert nur in strengen Wintern zu, in milderen bricht die Dünung das Eis auf.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere“ 1914, Heft V, Titel VI.

Tiden. Die Hafenzeit für die Carbonear-Bucht ist $7^h\,20^{min}$, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.4 m ($4^1/_4$′), die Nipphochwasserhöhe 0.9 m (3′).

Ankerplatz. Man ankert an der Nordseite der Carbonear-Bucht auf 13 m bis 18 m (7 bis 10 Fad.) Wasser über Sand. Etwa 100 R-T. große Schiffe können auch an den Ladebrücken bei der Stadt sicher überwintern, obwohl bei östlichen Stürmen schwere See in die Bucht hineinrollt. In der Mitte und an der Südseite der Bucht sollte man nicht ankern, da dort bei nördlichen Winden schwere See ist.

Die **Stadt** Carbonear ist hauptsächlich am Nordufer der Bucht angelegt. Sie zählte 3703 Einwohner im Jahre 1901.

Eisenbahn- und Telegraphenverbindung ist vorhanden, Straßen führen nach Hearts Content und nach dem Hafen Grace.

Grace-Hafen. ein sicherer Hafen südlich von der Carbonear-Bucht, erstreckt sich $4^1/_2$ Sm weit in südwestlicher Richtung. Er ist in der Einfahrt zwischen der Old Sow-Huk im Norden und der Feather-Huk im Süden 1.3 Sm, nahe bei seinem innersten Ende jedoch nur noch 3 Kblg breit.

Landmarken. Die Grace-Hafen-Inseln, $^3/_4$ Sm nordöstlich von der Feather-Huk, erstrecken sich auf 2 Kblg Breite etwa $^1/_2$ Sm weit in nordnordöstlicher Richtung. Die nordöstlichste davon ist 32 m (105′) hoch, auf der südwestlichen ist ein Fischerdorf, das aber nur im Sommer bewohnt ist. 1 bis 2 Kblg nordöstlich von

diesen Inseln liegen noch mehrere andere kleine Inseln und Klippen, von denen die äußerste, die Eastern-Klippe, 24 m (79′) über Wasser ragt. Die Ragged-Inselchen, 2 Kblg westlich von der südwestlichen Grace-Hafen-Insel, sind 11 m (35′) hoch. Die Feather-Huk an der Südseite der Einfahrt ist der Ausläufer einer Hügelkette, die Haypuk-Klippe, 6.1 m (20′) hoch, ist eben von ihr getrennt.

An der Nordwestseite der Bucht, $^3/_4$ Sm südwestlich von der Old Sow-Huk, liegt die 22 m (72′) hohe Long Harry-Klippe, und rw. 172° (mw. SSW) $3^1/_2$ Kblg von dieser entfernt liegt die kleine und 16 m (53′) hohe Salvage-Klippe.

Die Hügel an beiden Seiten des Hafens steigen bis zu 152 m (500′) Höhe an. Als Landmarken dienen der 135 m (443′) hohe Greens-Hügel und der 119 m (392′) hohe Brennans-Hügel; beide liegen nordwestlich von der Stadt.

Die katholische Kirche, die nordöstlichste von den drei Kirchen der Stadt, hat zwei Türme, die in der Richtung rw. 240° (mw. W) in Linie sind. Die Ship-Huk, $1^1/_8$ Sm westsüdwestlich vom Leuchtturme auf der Beach-Huk, ist ein 30 m (98′) hoher Hügel. Außer diesen Landmarken sind noch folgende Tonnen im Hafen ausgelegt.

Eine weiße Tonne liegt an der Westkante der Boulder-Bank, etwa $1^1/_4$ Sm südwestlich von der Feather-Huk. Eine rote Tonne liegt auf 3.3 m (11′) Wasser an der Südostkante einer Untiefe, die sich von der Nordwestseite des Hafens vorschiebt. Von der Tonne aus peilt der Leuchtturm auf der Beach-Huk rw. 240° (mw. W) 2 Kblg. Auf die richtige Lage dieser Tonnen kann man sich aber nicht verlassen, da sie nur vor kleinen Ankern liegen. Im Winter werden sie durch Spierentonnen ersetzt.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere“ 1914, Heft V, Titel VI.

Tiden. Die Hafenzeit für den Grace-Hafen ist $7^h 25^{min}$, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.3 m ($4^1/_4$′), die Nipphochwasserhöhe 0.9 m (3′).

Tidenströme treten im Hafen nicht auf.

Barre. Etwa $1^1/_4$ Sm südwestlich von der Feather-Huk liegt eine Barre quer über dem Hafen. Die größte Wassertiefe über ihr ist 7.3 m (24′) im Hauptfahrwasser, die geringste ist 2.7 m (9′) über der Boulder-Bank. 4.0 m (13′) ist zwischen der Boulder-Bank und der Südostseite des Hafens. Bei stürmischem Wetter brandet es auf dem flachen Teile der Barre, selten jedoch in der 7.3 m (24′) tiefen Fahrrinne.

Einsteuerung. Beim Einlaufen halte man die Kirchtürme der katholischen Kirche in der Richtung rw. 242° (mw. $W^1/_8N$) nördlich frei von der Salvage-Klippe. Man läuft dabei etwa 2 Kblg nordwestlich von der White-Klippe ein, die 2 Kblg nördlich von der Eastern-Klippe 7.3 m (4 Fad.) unter Wasser liegt und an Brandung kenntlich ist. Peilt dann die Eastern-Klippe rw. 150° (mw. S), so halte man die Mitte des Fahrwassers und steuere südlich von der Salvage-Klippe entlang. Diese Klippe hat tiefes Wasser rundumzu, aber bei schwerer See brandet es 59 m innerhalb davon.

Ist man an der Salvage-Klippe vorüber, so bringe man den Leuchtturm auf der Beach-Huk in der Richtung rw. 242° (mw. $W^1/_8N$) mit der Ship-Huk in Linie und steuere auf dieser Richtlinie in der 7.3 m (24′) tiefen Fahrrinne über die Barre. Kommt dann der westliche Abhang des Greens-Hügels in der Richtung rw. 304° (mw. $NNW^3/_8W$) in Linie mit dem Westturm der katholischen Kirche, so befindet man sich südwestlich von der Boulder-Bank. Von hier aus halte man dann die Long Harry-Klippe in der Richtung rw. 41° (mw. $ONO^1/_4O$) achteraus in Linie mit der Huk nordöstlich von der Klippe, um die Untiefe vor der Nordwestseite des Hafens zu meiden; die Beach-Huk fällt an ihrer Südseite unter Wasser steil ab.

Die Fahrrinne nördlich von der Salvage-Klippe kann auch benutzt werden.

Muß man in den Hafen hineinkreuzen, so bleibt man nördlich von der Boulder-Bank, wenn man den Brennans-Hügel in der Richtung rw. 282° (mw. $NW^1/_4W$) mit dem östlichen Turm der katholischen Kirche in Linie hält, und südwestlich von der Bank, wenn man den westlichen Abhang von Greens-Hügel in der Richtung rw. 304° (mw. $NNW^3/_8W$) mit dem Westturm der katholischen Kirche in Linie hält. Kreuzt man über die Barre, so achte man darauf, daß die Huk nord-

östlich von der Long Harry-Klippe nicht durch diese Klippe verdeckt wird, und mache kurze Schläge zwischen dieser und der über die Barre führenden Richtlinie, bis Greens-Hügel südlich von der Kirche frei kommt; dann kann man einen längeren Schlag nach Südosten machen.

Die 2 Kblg breite und 5.5 m bis 7.3 m (3 bis 4 Fad.) tiefe Durchfahrt zwischen den Ragged-Klippen und den Untiefen vor der Feather-Huk kann nur unter ortskundiger Führung benutzt werden, da keine guten Landmarken vorhanden sind.

Eis. Der Hafen Grace friert zwischen dem 10. Januar und dem 20. Februar zu und ist vom 20. Januar bis Ende März zeitweise mit 0.1 m bis 0.4 m dickem Eis bedeckt. Er ist jedoch nie länger als sechs aufeinanderfolgende Wochen durch Eis geschlossen. Das Eis verschwindet manchmal schon am 1. März aus dem Hafen, bleibt aber auch manchmal bis zum 1. April. Schiffe kommen das ganze Jahr hindurch nach dem Hafen, werden jedoch gelegentlich durch Feldeis aufgehalten, das vom 20. Januar bis zum 20. Februar antreibt und zwischen dem 1. und 20. Mai wieder verschwindet; in manchem Jahre trifft man kein Feldeis.

Ankerplatz. Den besten Ankerplatz findet man an der Nordwestseite des Hafens, an der Südostseite ist die See manchmal rauh. Winde aus westlicher Richtung sind die stärksten und werden gelegentlich heftig.

Eine Aufschlepphelling von 27.4 m (90′) Länge und 4.9 m (16′) Breite, die ein Schiff von etwa 200 t Tragfähigkeit und 33.5 m (110′) Länge aufnehmen kann, ist vorhanden. Die Wassertiefe auf den Blöcken beträgt bei mittlerem Springhochwasser 2.7 m (9′) vorn und 3.7 m (12′) hinten.

Die **Stadt**, an der Nordwestseite des Hafens gelegen, ist reinlich und schön. Sie zählte 5184 Einwohner im Jahre 1901. Große Lagerhäuser und Fabriken für Fischverwertung sind vorhanden.

Eisenbahn- und Telegraphenverbindung ist vorhanden. Eine gute Straße führt nach Carbonear. (Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Helle Flecke auf dem Meere. Von einem 52 m hohen Standpunkt habe ich in meiner Jugend unzählige Male auf dem dunkelblauen Meere scharfbegrenzte helle Flecke gesehen, meistens in der Form schmaler, krummer Streifen, oft von Kilometerlänge, nach Art von Wegen. Es sind glatte Stellen inmitten der von mäßigem Winde bewegten Oberfläche, die lange Zeit ihren Ort kaum ändern. Mit den schnell fliegenden schwärzlichen Stellen unter Windstößen — den Windhasen oder Katzenpfoten — haben sie nichts zu tun; der Wind ist auf ihnen ebenso frisch, wie in der Umgebung, wirft aber keine spitzen Wellen auf.

Es ist ziemlich sicher, daß diese glatten Stellen durch eine äußerst dünne, von verwesenden organischen Stoffen herrührende Fettschicht bedingt sind, die durch Strömung und Wind in solche Streifen geordnet wird. Es wäre aber interessant, zu beweisen, daß dieses wirklich der Fall ist; und das würde wohl leicht durch den Nachweis geschehen können, daß die Oberflächenspannung an diesen Stellen geringer ist, als auf der benachbarten dunklen Fläche. Dann muß sich Öl und Seifenwasser auf diesen glatten Stellen und dem dort oberflächlich geschöpften Wasser weniger stark verbreiten, als auf dem reineren Wasser der Umgebung. Ich selbst bin leider nicht in der Lage, dies zu prüfen, möchte aber zu dieser Prüfung auffordern, die meines Wissens noch nicht geschehen ist.

Ein Tropfen Öl, der auf einen mit Wasser gefüllten Teller gebracht wird, breitet sich je nach Art des Öles mehr oder weniger schnell auf dem Wasser aus, weil die größere Oberflächenspannung des Wassers ihn auseinanderreißt. Noch schneller, fast blitzartig, aber weniger sichtbar, ist die Ausbreitung eines Tropfens Seifenwasser, das auch schon vorhandene Öltropfen zusammenschiebt. Auf einer so verunreinigten Oberfläche breitet sich aber ein neuer Öltropfen nur schwach oder gar nicht mehr aus, auch wenn die fremde Schicht auf dem Wasser nur $^1/_{1000}$ eines Millimeters beträgt.

Versuche dieser Art werden vom Boot aus gemacht werden müssen, entweder auf der Meeresfläche selbst oder auf möglichst oberflächlich mit einem Teller geschöpftem Wasser. Der Teller muß zu jedem Versuch durchaus rein sein, da jede vorhandene Fettspur das Ergebnis entstellt.

Köppen.

Neuere Veröffentlichungen.

Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Küsten- und Hafenbeschreibung.

Reichs-Marine-Amt: *Ostsee-Handbuch, Mittlerer Teil, 1916. 5. Aufl.* (Abgeschl. m. Nachr. f. Seefahrer 72. v. 31. Dezemb. 1915.) 8°. 655 S. m. 1 Kartenübers., 1 Mißweisungskarte, 6 Eiskarten, 6 Tafeln u. 655 Vertonungen. Berlin 1916. D. Reimer. 3.50 ℳ.

Physik.

Ahlgrimm, Fr.: *Zur Theorie der atmosphärischen Polarisation.* 8°. 66 S. m. 16 Fig. Hamburg 1915. O. Meissner. 3.00 ℳ.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Inspektion des Bildungswesens der Marine: *Schiffsmaschinenkunde mit besonderer Berücksichtigung der Dampfturbinen und Ölmotoren, Leitfaden für den Unterricht an der Marineschule.* Bearb. v. Geh. Mar.-Baurat Prof. Klamroth. 8°. 311 S. nebst Atlas, 8° m. 128 Taf. Berlin 1916. E. S. Mittler & Sohn. 14.00 ℳ.

Handelsgeographie und Statistik.

Harms, B.: *Deutschlands Anteil an Welthandel und Weltschiffahrt.* 8°. VII, 215 S. (Aus: »Deutsche Bücher«, Bd. 3.) Stuttgart 1916. Union. 2.80 ℳ.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Clapp, E. J.: *Britisches Seekriegsrecht und die Neutralen im Kriege 1914/16.* 8°. 224 S. (Übersetzt v. E. Zimmermann.) Berlin 1916. E. S. Mittler & Sohn. 4.00 ℳ.

Verschiedenes.

Internationales Bureau des Welttelegraphenvereins: *Internationales Verzeichnis der Funkentelegraphenstationen.* 4. Aufl. August 1915. 4°. 375 S.

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Selected abstract of papers at the Pan-American Congress. (Meteorologische Abhandlungen.) »Washington, Monthly Weather Review« 1915, December.

Über die Rolle der polaren Antizyklone in der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre. W. H. Hobbs. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 2.

The melting of snow. R. E. Horton. »Washington, Monthly Weather Review« 1915, December.

W. v. Bemmelen. *Uitkomsten der regenwaarnemingen op Java. — Regenatlas.* E. v. Everdingen. »Tijdschr., Nederl. Aardr. Genootsch.« 1916, Nr. 2.

Bijdrage tot de kennis van het klimaat van Nederland. J. P. v. d. Stok. Ebenda.

Die meteorologischen Aufzeichnungen am Spitzbergen-Observatorium 1912—1913. K. Wegener. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft 2.

Beaufort-Skala und Windgeschwindigkeit. (Zur Theorie der meteorologischen Korrelationen.) W. Köppen. Ebenda.

Über die Windverhältnisse in den höheren Luftschichten nach den Pilotballonbeobachtungen in Triest. E. Mazelle. Ebenda.

Divergenzfeld des Windes. R. Dietzius. Ebenda.

Dr. Gustaf Strömbergs forudberegning af temperaturen. V. H. Ryd. »Fysisk Tidsskr. Kopenhagen« 14. Aarg., 3. Hft.

Prinzipien und Erscheinungen der Wolkenmetamorphose. J. Dreis. (Schluß.) »Das Wetter« 1916, Hft. 2.

Meeres- und Gewässerkunde.

The application of physical principles to problems suggested by oceanic circulation and temperatures. G. F. McEwen. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, December.

Spitsbergen waters, oceanographic observations during the cruise of the »Veslemöy« to Spitsbergen in 1912. F. Nansen. »Videnskapsselsk. Skrifter I. Mat.-Naturw. Kl.« 1915, Nr. 2.

Die Sturmfluth vom 13. u. 14. Januar 1916 in den Niederlanden. A. v. Horn. »Zentralbl. d. Bauverwaltg.« 1916, Nr. 17.

Hydrodynamische Theorie der halbtägigen Gezeiten des Mittelmeeres. R. v. Sterneck. »Sitz. Ber. Akad. d. Wissensch., Wien« Abt. IIa. 124. Bd., 9. Hft.

De tangentieele getijden-theorie van den heer G. F. Tydemann. D. F. Tollenaar. »Tijdschr., Nederl. Ardr. Genootsch.« 1916, Nr. 2.
Über mikrobiologische Nitrit- und Nitratbildung im Meere. F. Liebert. »Rapport. en Verhandel. Rijksinst. v. Visscherijonderzoek.« Deel. I, Afl. 3.

Fischerei und Fauna.

Entwicklung der Fischerei Norwegens in den letzten 25 Jahren. »Der Fischerbote« 1916. VIII. Jahrg., Nr. 1/2.
Die britischen Fischereihäfen im Kriege. Ebenda.
Die deutsche Fischerei nach dem Kriege. F. Deege. Ebenda.
Die Lachsfrage im Ostseegebiet. H. Henking. »Cons. Perm. Internat. p. l'explorat. de la Mer. Rapport et Procés-Verbeaux« 1916, Vol. XXIII.
Second report on eel investigations 1915. J. Schmidt. Ebenda.

Physik.

Strahldruck und Sogmessungen. G. Kempf. »Jahrb. d. Schiffbautechn. Gesellsch.« 1916, Bd. 17.
Intensität der Sonnenstrahlung außerhalb der Atmosphäre. C. G. Abbot, F. E. Fowle u. L. B. Aldrich. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 2.
Die effektive Ausstrahlung während der totalen Sonnenfinsternis am 21. Aug. 1914. A. Ångström. Ebenda.
Das Zodiakallicht und unser Sehorgan. W. Filehne. »Sirius«, Ergänz.-Hft. 1, 1916.
Concomitant changes in terrestrial magnetism and solar radiation. L. A. Bauer. »Washington, Monthly Weather Review« 1915, December.
Aurorae, earth currents and magnetic disturbances. O. Klotz. Ebenda.
Zonnevlekken en aardmagnetisme. »Hemel en Dampkring« 1916, Februari.
Zur Erklärung der beim Geschützdonner, bei großen Explosionen usw. beobachteten Fortpflanzungseigentümlichkeiten des Schalles. F. Nölke. »Phys. Ztschr.« 1916, Nr. 3.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Vorschlag zum Messen der Geschwindigkeit und Richtung des Windes im Luftfahrzeug. E. Brauer. »Ztschr. f. Flugtechn. u. Motorluftsch.« 1916, Hft. 3/4.
The active gyroscope as a ship stabilizer. R. G. Skerrett. »Scientif. Americ.« 1915, Dezember 18.
Het gebruik van het Astrolabium Catholicum. E. Crone. »De Zee« 1916, Nr. 3.
Das erste Seechronometer — eine Pendeluhr. W. Schultz. »Deutsche Uhrm.-Ztg« 1916, Nr. 5.
Concours pour le réglage des chronomètres à Genève en 1915. »Journal Suisse d'Horlogerie«. 1915/16, Nr. 9.
Concours des montres pour torpilleurs à l'observatoire de Washington en 1915. Ebenda.

Astronomie, terrestrische und astronomische Navigation.

Das Erdellipsoid von Hayford-Helmert. K. Boecklen. »Geogr. Ztschr.« 1916, Hft. 3.
The wireless determination of the Washington-Paris longitude. D. Rines. »The Geograph. Review, New York« 1916, February.
Eenige beschouwingen over hoogteparallel en hoogtekromme. D. Mars. »De Zee« 1916, Nr. 3.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Die festländischen Seehandelsstädte an der Nordsee. A. Oppel. »Geogr. Ztschr.« 1916, Hft. 2.
Erweiterung und Vertiefung der Danziger Hafeneinfahrt. H. Steinert. »Hansa« 1916, Nr. 10.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Das Wesen der Schiffshavarien. F. Achenbach. »Jahrb. d. Schiffbautechn. Gesellsch.« 1916, Bd. 17.
Die Schottvorschriften des internationalen Vertrages zum Schutze des menschlichen Lebens auf See. C. Pagel. Ebenda.
Feeling through the fog by wireless. R. G. Skerrett. »Scientif. Americ.« 1916, February 12.
Verbeterd systeem mistseinen. P. H. v. d. Wijk. »De Zee« 1916, Nr. 3.
Saving sinking ships. »Scientif. Americ. Suppl.« 1916, February 12.
Russische Eismeerschiffahrt. »Hansa« 1916, Nr. 11.
Materialuntersuchungen unter besonderer Berücksichtigung der Turbinenschaufelmaterialien, ausgeführt im Laboratorium der Firma F. Schichau, Elbing. C. Roth. »Jahrb. d. Schiffbautechn. Gesellsch.« 1916, Bd. 17.
Ein Beitrag zur Theorie des Propellers. R. Grammel. Ebenda.

Handelsgeographie und Statistik.

Die ökonomische Bedeutung des Panama-Kanals. »Hansa« 1916, Nr. 12.
Die Verkehrspolitische Bedeutung des Suez-Kanals. A. Dix. »Geogr. Ztschr.« 1916, Hft. 2.
Bagdad-Bahn und Schiffahrt. »Hansa« 1916, Nr. 12.
Co-operation in foreign trade. J. E. Davies. »Scientif. Americ. Suppl.« 1916, February 19.
Der Aufschwung der skandinavischen Schiffahrt (Schluß). »Hansa« 1916, Nr. 9.
Australiens Tonnagebilanz. W. Dreßler. Ebenda, Nr. 10.
Our merchant marine. »Scientif. Americ. Suppl.« 1916, February 5.
Handel und Schiffahrt im Jahre 1914: Niederlande. »Deutsches Handelsarch.« 1916, Februar.

Verschiedenes.

Russia's war-time outlets to the sea. »The Geograph. Review, New York« 1916, February.
Wanderung in Spitzbergen im Winter 1912. A. Ritscher. »Ztschr. d. Gesellsch. f. Erdkde, Berlin« 1916, Nr. 1.
Kompasverstoring door mijnontploffing. J. P. F. v. d. Mieden v. Opmeer. »De Zee« 1916, Nr. 3.

Die Witterung an der deutschen Küste im Februar 1916.

(Amtlich)

In seinen Monatswerten kennzeichnete sich der Februar bei zu niedrigem Luftdruck im Durchschnitt als ziemlich mild und feucht mit einer etwa den langjährigen Mitteln entsprechenden Bewölkung; Winde aus den nördlichen Vierteln waren verhältnismäßig selten gegenüber denen aus den südlichen Vierteln; die selbsttätig aufgezeichneten Windgeschwindigkeiten erreichten nahezu ihre vieljährigen Werte, soweit solche zum Vergleich herangezogen wurden.

Mittel, Summen und Extreme
aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm + Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom 30j. Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br. Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C. 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom 15j. Mittel	Zahl der Frosttage (Min. <0°)	Eistage (Max. <0°)
Borkum	7.7 m	56.5	—4.9	77.0	1.	33.7	16.	1.9	3.5	2.4	2.3	+0.7	14	0
Wilhelmshaven	8.5	57.0	—4.8	77.4	1.	34.3	16.	0.1	3.1	1.4	1.1	+0.1	16	1
Keitum	8.4	56.6	—5.2	78.3	1.	25.7	16.	0.4	2.0	1.2	1.0	+0.6	17	2
Hamburg	26.0	57.6	—4.2	78.1	1.	33.6	16.	—0.2	2.6	1.6	1.0	+0.2	15	3
Kiel	47.2	57.8	—3.6	78.4	1.	30.6	16.	—0.4	2.0	0.6	0.4	+0.2	19	2
Wustrow	7.0	57.8	—3.7	78.9	1.	30.3	16.	0.0	1.7	0.8	0.7	+0.8	20	2
Swinemünde	10.0	58.5	—3.4	79.1	1.	33.6	16.	—0.3	1.9	0.7	0.5	+0.6	18	4
Rügenwaldermünde	6.9	58.5	—3.3	79.3	1.	30.1	16.	—0.4	1.6	0.3	0.2	+1.0	19	4
Neufahrwasser	4.5	59.4	—2.4	79.7	1.	33.0	17.	—0.5	1.2	—0.1	—0.1	+0.9	22	4
Memel	9.6	59.9	—2.2	78.3	1.	29.5	17.	—1.2	0.2	—0.8	—0.8	+1.4	25	5

Stat.	Temperatur-Extreme Mittl. tägl. Max.	Min.	Absolutes monatl. Max.	Tag	Min.	Tag	Temperatur-Änderung von Tag zu Tag 8h V	2h N	8h N	Feuchtigkeit Absolute Mittel mm	Relative, % 8h V	2h N	8h N	Bewölkung 8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	4.3	0.3	9.1	4.	—3.2	1.	1.7	1.7	1.5	5.0	94	85	91	7.9	7.5	6.4	7.3	+0.4
Wilh.	3.9	—0.7	9.2	16.	—4.3	1.	1.9	1.9	1.5	4.7	95	86	92	7.9	8.1	5.8	7.3	+0.2
Keit.	3.4	—0.6	7.4	4. 5.	—4.8	1.	1.4	1.7	1.4	4.6	93	89	91	7.3	7.8	6.1	7.1	+0.5
Ham.	3.7	0.7	8.6	16.	—5.0	27.	1.7	2.1	1.7	4.3	87	81	82	8.1	7.8	4.6	7.0	—0.3
Kiel	2.3	—1.2	6.4	7.	—4.6	1.	1.2	1.3	1.3	4.2	91	84	89	8.1	6.6	5.0	6.6	—1.0
Wus.	2.5	—1.1	6.3	6.	—5.0	1.	1.4	1.4	1.3	4.3	91	85	88	7.1	6.8	7.3	7.1	—0.6
Swin.	2.5	—0.8	7.2	7.	—6.1	24.	1.7	1.4	1.4	4.1	88	80	85	6.9	6.7	6.4	6.7	—0.6
Rüg.	2.1	—1.5	5.8	4.	—5.8	23.	2.3	1.6	1.6	4.2	88	83	88	8.0	6.4	6.9	7.0	—0.5
Neuf.	1.7	—1.7	5.4	7.	—5.2	23.	2.0	1.3	1.1	3.9	83	80	83	8.6	7.7	6.8	7.7	+0.1
Mem.	1.0	—2.4	3.8	4.	-10.3	23.	1.9	1.5	1.5	4.0	91	88	91	9.2	8.4	7.8	8.5	+1.0

Stat.	Niederschlag, mm[1] 8h V—8h N	8h N—8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	Zahl der Tage mit Niederschlag ≧ mm 0.2	1.0	5.0	10.0	K u. T	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe mittl. Bew. > 8	Windgeschwindigkeit[2] Meter pro Sek. Mittel	Abw.	Sturmnorm	Daten der Tage mit Sturm
Bork.	24	24	48	+ 8	9	17.	17	13	3	0	0	0	3	12	—	—	12.0	—
Wilh.	20	24	43	+ 5	9	17.	16	11	4	0	0	0	2	14	—	—	12.0	16. (n. Schätzung)
Keit.	22	16	38	— 6	8	27.	14	12	2	0	0	0	0	9	5.2	+0.3	12.0	6. 16. 17.
Ham.	44	27	71	+24	16	17.	15	13	5	2	0	0	1	12	5.0	—0.1	12.0	15. 16. 17.
Kiel	31	27	59	+15	16	26.	13	10	4	2	0	0	3	14	5.0	—0.3	12.0	16. 17.
Wus.	18	12	30	+ 7	8	18.	10	8	2	0	0	0	2	15	—	—	12.0	17. (n. Schätzung)
Swin.	23	17	40	+11	12	18.	14	9	3	1	0	0	2	11	4.5	—0.3	10.5	17.
Rüg.	17	17	34	+ 5	8	11.	13	12	2	0	0	0	3	13	4.5	—	15.0	15. 17.
Neuf.	16	25	41	+18	13	11.	15	9	2	1	0	0	3	15	4.4	—	12.0	17.
Mem.	34	33	66	+38	11	18.	19	13	5	3	0	0	0	20	5.4	—	12.0	15. 16. 17. 18.

[1]) Die Niederschlagswerte sind auf ganze Millimeter abgerundet.
[2]) Vgl. die Erläuterungen der Januar-Tabelle, »Ann. d. Hydr. usw.« 1915 S. 143.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	2	1	8	11	7	4	8	3	0	4	26	1	7	0	3	0	2	3.6	3.8	3.6
Wilh.	0	1	4	8	7	7	7	5	17	6	14	4	6	0	0	0	1	3.3	3.4	3.7
Keit.	1	1	3	3	7	8	8	11	7	7	9	7	5	1	5	0	4	3.9	4.2	4.3
Ham.	1	2	0	8	8	9	12	8	5	5	12	12	1	0	1	2	1	3.0	2.8	2.7
Kiel	2	0	1	2	16	1	10	0	24	5	14	1	7	1	3	0	0	3.3	3.4	3.4
Wus.	4	0	1	8	11	2	3	9	13	7	4	8	2	3	2	3	7	3.4	3.8	3.1
Swin.	5	2	3	4	5	5	14	4	9	9	9	10	2	3	0	2	1	3.2	3.9	3.0
Rüg.	2	2	1	5	6	4	1	13	16	9	8	6	0	4	2	2	6	3.2	3.2	3.0
Neuf.	1	0	0	2	8	4	7	15	16	6	10	5	2	4	2	3	2	2.6	2.9	2.4
Mem.	0	2	3	1	8	5	15	12	8	3	7	5	10	3	2	3	0	3.4	3.5	2.9

Steife und stürmische Winde wehten in größerer Ausdehnung aus dem Südwestviertel, an weniger als der Hälfte der Stationen die Stärke 8 als höchste erreichend, am 6. ostwärts bis Mecklenburg sowie am 7. und 14. an der Nordseeküste, ferner rechtdrehend aus westlichen Richtungen am 16. und 17. ostwärts bis Mecklenburg, an der Hälfte der Stationen bis zur Stärke 10 am 16. und bis Stärke 9 am 17. anschwellend; diese Stürme breiteten sich in geringerer Stärke aus dem Südwestviertel in der Nacht zum 17. ostwärts über die ganze Küste aus und erreichten am 17., aus dem Südwestviertel anhaltend, an der pommerschen Küste meist die Stärke 9, an der preußischen Küste meist Stärke 10 als Höchstwert. Geringere Stürme, in denen an weniger als der Hälfte der Stationen Stärke 8 als höchste eintrat, stellten sich noch aus dem Nordostviertel am 23. ostwärts bis Rügen, am 24. ostwärts bis Mecklenburg, sowie mehr vereinzelt am 25. und 26. an der schleswigschen Küste ein. Heiteres Wetter herrschte über größerem Gebiete am 3. an der Ostsee, am 4. an der pommerschen Küste, am 20. und 21. ostwärts bis Rügen. Nebel herrschte in größerer Ausdehnung am 6. an der Nordsee von der Elbe nordwärts, am 9. ostwärts bis zur Oder, am 10., 11. und 13. ostwärts bis Mecklenburg, am 14. ostwärts bis Pommern, sowie am 27. und 28. von der östlichen Nordsee bis Pommern. Gewitter traten vereinzelt auf an der Nordsee am Nachmittag des 7. und in der Nacht zum 15. sowie in Memel am Nachmittag des 17.

Zu Beginn des Monats erstreckte sich ein mächtiges Hochdruckgebiet von Südosteuropa bis nach der Nordsee und Nordskandinavien gegenüber einem Tiefdruckgebiet über dem Ozean, das in Ausläufern nach dem Nordmeer und Frankreich reichte. Bei schwachen aus dem Inlande wehenden Winden hatte unsere Küste trockenes Wetter mit mäßigem Frost. Das Hochdruckgebiet zog sich bald südostwärts zurück, blieb aber zunächst noch über Skandinavien ausgebreitet, während sich das ozeanische Tiefdruckgebiet über Großbritannien ausdehnte und Ausläufer von Frankreich in nordöstlicher Richtung vordrangen, die weiter und weiter ostwärts um sich griffen, während sich das Hochdruckgebiet von Skandinavien zurückzog. Diese Wetterlage bestand mit Winden aus südlichen Richtungen an der Küste bis zum 9.; bei südwestlichen Winden trat an der ganzen Küste am 3. Tauwetter ein, und nur vorübergehend brachten diese Tage an der östlichen Ostsee noch leichten Frost. Niederschläge traten nur am 2. sowie späterhin am 6. bis 8. und teilweise auch am 9. auf. Die Winde wehten aus Südwest vielfach mäßig bis frisch und, wie angegeben, am 6. und 7. über dem Westen der Küste teilweise stürmisch.

Mehrfache Wandlungen zeigte die Wetterlage vom 10. bis 12. Februar. In der Nacht zum 10. stellte sich zwischen dem von Rußland bis Mittelskandinavien ausgebreiteten Hochdruckgebiet und einem anderen über der Biskayasee ein Tiefdruckgebiet über dem Osten Kontinentaleuropas ein, das sich am 10. und 11. nach dem Süden der Ostsee und Westrußland verlagerte und in der Nacht zum 12. nach Rußland abzog, während sich in seinem Rücken ein Hochdruckgebiet von Lappland bis nach Norddeutschland ausbreitete. Am 12. aber

verlagerte sich dieses Hochdruckgebiet wieder südostwärts, und abermals breitete sich das ozeanische Tiefdruckgebiet vom Nordmeer südwärts und über Skandinavien aus. Bei schwachen, vielfach umlaufenden Winden herrschte meist leichter Frost; der 10. brachte an der preußischen Küste starke Schneefälle, der 11. und 12. führten dort leichtere Niederschläge herbei; im übrigen waren diese Tage trocken.

Vom 13. bis 15. herrschte eine Wetterlage ähnlich der für vom 2. bis 9. angeführten; Tiefdruckausläufer drangen von Frankreich nordostwärts nach der Ostsee vor, so daß die Winde zwischen Südost und Südwest schwankten. Am 16. aber entwickelte sich in einem am Morgen nach der Nordsee reichenden Tiefdruckausläufer ein tiefes Teilminimum, das an diesem Tage in einer Tiefe unter 720 mm nach dem Rigabusen fortschritt und von sehr schweren Stürmen an der ganzen Küste begleitet war, insbesondere aber am 16. an der Nordsee eine sehr schwere Sturmflut hervorrief. In seinem Rücken dehnte sich das im Südwesten lagernde Hochdruckgebiet von Frankreich am 18. über Kontinentaleuropa aus. Die südlichen bis westlichen Winde ozeanischer Herkunft führten am 14. wieder an der ganzen Küste Tauwetter herbei, und die folgenden Tage brachten nur im Osten teilweise etwas Frost; täglich wurden fast überall Niederschläge beobachtet.

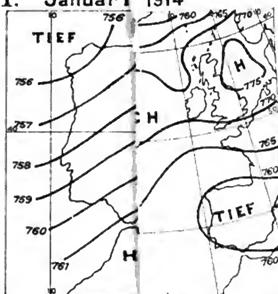
Ein bereits am 18. über der Nordsee heranziehender Tiefdruckausläufer breitete sich in der Nacht zum 19. über ganz Deutschland und bis zu den Alpen aus und trennte sich an diesem Tage von dem ozeanischen Tiefgebiet ab, um als selbständiges Tiefdruckgebiet weiter südostwärts fortzuschreiten, während ein Hochdruckgebiet über Frankreich und Großbritannien vordrang und mit einem bereits seit dem 18. über Skandinavien liegenden flachen Hochdruckgebiet in Verbindung trat. Dieses am 20. und 21. teilweise ganz Mitteleuropa beherrschende Hockdruckgebiet verlagerte sich schnell ostwärts, während ein neuer Tiefausläufer in der Nacht zum 22. nach dem Westen Kontinentaleuropas vordrang und sich dort ausbreitete. Die in diesen Tagen meist leichten bis mäßigen Winde wehten zunächst aus östlichen und dann unter dem Einfluß des Hochdruckgebiets aus nördlichen, am 22. aus nordwestlicher bis westlicher Richtung und führten wieder kälteres Wetter, schwachen bis mäßigen Frost über dem ganzen Gebiet herbei; Niederschläge stellten sich nur vereinzelt ein.

Eine in den Hauptzügen gleichbleibende Wetterlage boten die Tage vom 23. bis 29. Februar, eingeleitet durch eine am 22. beobachtete Veränderung eines Hochdruckausläufers, der sich von einem Hochdruckgebiet über Rußland nach Nordskandinavien erstreckte und an diesem Tage unter starker Zunahme an Höhe südwärts verlagerte. Gegenüber diesem sich von Rußland über Skandinavien ostwärts fortsetzenden Hochdruckgebiet, das sich über Rußland zeitweise vom Eismeer bis nach dem Schwarzen Meere erstreckte, erhielt sich das erwähnte, vom Ozean ostwärts über Kontinentaleuropa ausgedehnte Tiefdruckgebiet. Diese Wetterlage hatte östliche und südöstliche, wie angegeben vielfach steife und teilweise stürmische Winde im Gefolge. Strenger Frost trat aber nur im äußersten Osten am 23. und 24. auf, wo die niedrigsten Temperaturen des Monats beobachtet wurden; dann aber stellte sich zunächst im Osten Erwärmung ein, und diese breitete sich in der Folge westwärts bis nach der Nordsee aus — eine Folge der weiten Ausdehnung des russischen Hochdruckgebiets nach Süden hin, die ein Zuströmen milder Luft von Südosteuropa veranlaßte. Nach vereinzelten Niederschlägen an der Nordsee am 23. brachten der 24. bis 26. überall, der 27. noch an der Ostsee verbreitete und der 28. nur noch im äußersten Osten vereinzelte Niederschläge.

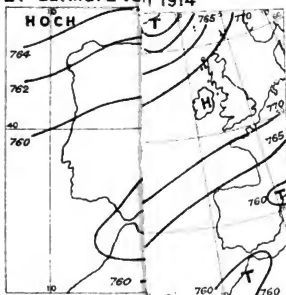
Druck und Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei, Berlin SW, Kochstraße 68—71.

Ü[illegible]ern

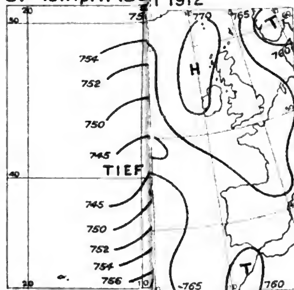
1. Januar 1[illegible] 1914



2. 22. März 18[illegible] 1914



3. 13. April 188[illegible] 1912



[illegible]k d. Deutschen Seewarte

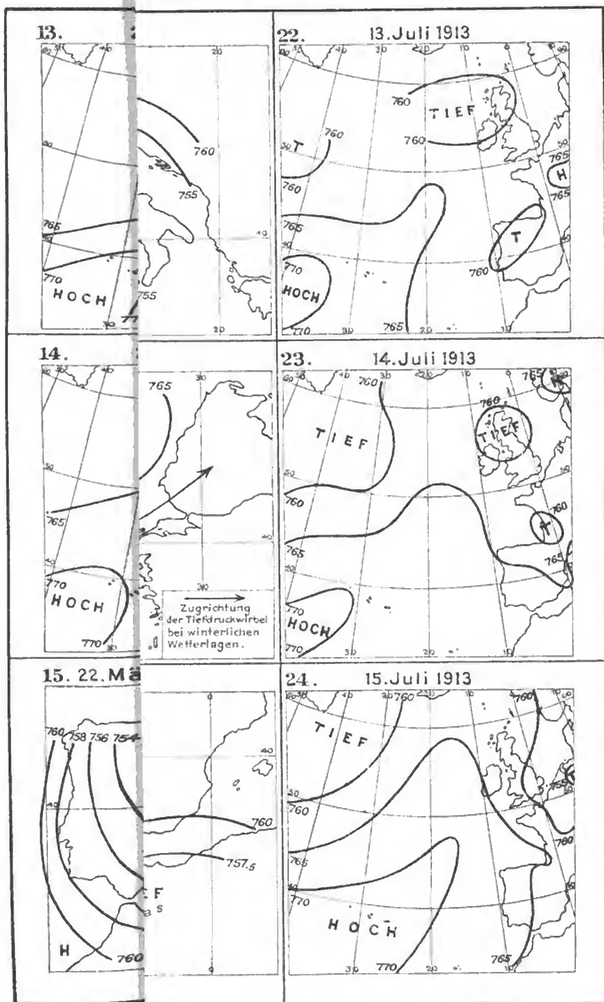
verl
sich
navi
Fros
12.
troc

ang
Osts
abe
dru
720
gan
sch
wes
aus.
wie
nur
beo

bre
aus
als
Ho
ber
Ve
Ho
läu
sicl
wel
aus
wie
her

23.
Ho
No
Hö
na
vo
wä
Di
un
äu
be
un
ein
hin
ein
all,
Os

telmeerländern



Druck d. Deutschen Seewarte.

Landnebel und Seenebel.

Von **W. Köppen.**

Inhalt: Allgemeines. — Britische Inseln. — Frankreich. — Norwegen. — NW-Deutschland. — Dänische und niederländische Leuchtschiffe. — Offene Nordsee. — Adlergrund. — Bornholm. — Schweden. — Finnland. — Russisch-baltische Küste. — Deutsche Ostseeküste. — Nordmeer. — Südeuropa. — Nordamerika (V. St.). — Japan.

Windstillen, widrige Winde, Stürme und Nebel waren seit jeher die Witterungshindernisse, unter denen die Seeschiffahrt zu leiden hatte. Aber ihre Rollen haben sich verschoben. Windstillen und widrige Winde, die einst die Seereisen ins Unbegrenzte verlängerten und ganzen Besatzungen den Hungertod brachten, hat die Segelschiffahrt zu vermeiden gelernt und fürchtet die Dampfschiffahrt gar nicht mehr. Auch die Stürme bringen der letzteren nur selten mehr Gefahr. Dagegen werden die Nebel um so hinderlicher und gefährlicher, je schneller die Seereisen werden. Und dennoch ist für ihre Kenntnis und ihre Vorauserkennung noch sehr wenig geschehen. Es gibt sehr wenige Untersuchungen über Nebel, über deren räumliche und zeitliche Verteilung und über deren Entstehung.

Im gewöhnlichen Leben kennen wir in unseren Wohnungen den Übergang des Wassers aus dem gasförmigen in den flüssigen oder festen Zustand in zwei Formen: als Beschlag an kalten Oberflächen und als den aufsteigenden Brodem über heißem Wasser, der ebenso wie unser in kalter Luft sichtbar werdende Atem aus Tröpfchen besteht, also seiner Textur nach dem Nebel gleich ist. Leider haben wir keinen allgemeinen technischen Ausdruck für ein solches trübes (daher sichtbares) Gemisch von Tröpfchen mit Luft oder sonst einem Gase, da sich die Physik des Wortes »Dampf«, das in der allgemeinen Sprache eben dieses Gemisch bezeichnete und noch jetzt bezeichnet, für die bei relativ hohen Temperaturen in den flüssigen Zustand übergehenden Gase bemächtigt hat, statt, wie sie es beim Ausdruck »Gas« getan hat, ein neues Wort dafür zu prägen. Wenn wir sagen »der Kessel dampft« oder »die Pferde dampfen«, so heißt dies physikalisch, daß fortdauernd eine doppelte Umwandlung des Aggregatzustandes stattfindet, indem Moleküle aus der Oberfläche der Flüssigkeit heraustreten, aber zum Teil schon nach Bruchteilen einer Sekunde gasförmigen Zustandes sich wieder zu Tropfen vereinigen. Vielleicht wird es möglich sein, diesen Vorgang durch kinematographische Aufnahme vergrößert und verlangsamt zur Anschauung zu bringen. Mit bloßem Auge schräge betrachtet, zeigt eine Tasse heißen Tees, besonders im Sonnenlicht, Nebelmassen, in deren unterster, dichtester Schicht zahlreiche weiße Punkte scheinbar auf der Oberfläche der Flüssigkeit rollen; in dieser Nebelschicht bilden sich plötzlich bald hier, bald dort klare Straßen, die sich zuckend öffnen und verändern und deren Netz dem der Marskanäle gleicht. Eine Erklärung für diese auffallende Erscheinung kenne ich nicht, auch keine Erwähnung derselben in der Literatur. Sie verdiente wohl eine genauere Untersuchung.

Die andere Art, in der man leicht Nebel künstlich hervorruft, ist die durch rasche Druckverminderung in feuchter Luft. Man braucht nur in einer Spritzflasche, in der sich wenig Wasser befindet, die Luft mit dem Munde unter Druck zu bringen, indem man die Spritzöffnung zuhält, so entsteht, wenn man den Finger abhebt, eine deutliche Trübung, die sofort verschwindet, wenn man die Luft wieder unter Druck setzt. Aber da solche rasche Druckverminderungen in der freien Natur nur beim Aufsteigen von Luftmassen vorkommen, so kommt diese Entstehungsart wohl nur für Wolken, nicht für Nebel im Flachland in Betracht. Nebel auf Bergen ist natürlich in der Regel solche gehobene Luft; aber damit wollen wir uns hier nicht beschäftigen.

Dagegen gelingt es meines Wissens nicht, künstliche Nebel durch die Nachbarschaft kalter fester oder flüssiger Oberflächen zu erzeugen. An solchen schlägt sich der Wasserdampf unmittelbar als Beschlag oder Rauhreif nieder, ohne in

der umgebenden Luft schwebende Tröpfchen — also Nebel — zu bilden. Tau und Reif unterscheiden sich von Beschlag und Rauhreif mehr theoretisch als im Resultat, vor allem im Ursprung des Temperaturunterschiedes zwischen dem festen Körper und der Luft; denn beim Beschlag soll dieser Unterschied vom Herankommen wärmerer Luft, beim Tau vom Kälterwerden der Gegenstände durch Ausstrahlung herrühren. Daraus folgen manche Unterschiede, z. B. daß der Tau auf Spitzen mit schlechter Wärmezuleitung beschränkt ist, während der Beschlag die ganze Oberfläche netzt, ferner daß sich an einer lose auf dem Boden liegenden Glasscheibe der Tau an der Unterseite, der Beschlag an der Oberseite ansetzt u. dgl. Aber bei beiden scheinen die Molekularkräfte rauher Oberflächen bedingend mitzuwirken, besonders wenn die Kondensation in festem Zustande erfolgt.

In der Natur geschieht nun die Nebelbildung im Tiefland und auf dem Meere, wie wir dies im weiteren sehen werden, ganz vorwiegend über Flächen, die kälter sind als ihre Umgebung. Die Bedingungen, unter denen über solchen Flächen die Kondensation — statt nur an der Unterlage selbst als Tau usw. — in Luftschichten von 1 m bis zu Hunderten von Metern geschieht, sind noch unbekannt. Dr. H. Elias hat in einer Untersuchung[1]) auf Grund von Drachenaufstiegen und Erwägungen die Auffassung vertreten, daß »die meisten Nebel über dem norddeutschen Tieflande durch Hinwegstreichen eines feuchten Luftstroms über den durch Ausstrahlung abgekühlten Boden entstehen, in der Art nämlich, daß die untern, kalten Luftschichten durch die bei Wind stets in der Nähe der Erde vorhandene Wogenbildung in die Höhe geschleudert werden und die obern bei der Mischung mit diesen untern Wasser in flüssiger Form ausscheiden. Seltener tritt Nebelbildung durch Mischung von zwei verschieden temperierten feuchten Strömen ein«. Dieselbe Entstehungsweise nimmt er auch für Nebel auf dem Meere, z. B. die Neufundlandnebel, an[2]). Bei geringer Luftbewegung sollen nach ihm auch auf dem Meere nur sehr niedrige Nebel entstehen können. Eine Bestätigung und Ergänzung dieser Ergebnisse durch weitere Untersuchungen wäre sehr zu wünschen.

In hohen Breiten zeigt sich dichter örtlicher Nebel nicht selten über warmen feuchten Oberflächen, deren Temperatur viel höher als die der Luft ist, also nach der Weise des Brodems über heißem Wasser. Bei starkem Frost sieht man ihn über den Waken im Polarmeer wie über dem offenen Wasser in den Fjorden Norwegens, Löchern im Eise der Newa usw. In der Tat ist ja ein Überschuß der Wasser- über die Lufttemperatur im Betrage von 20 bis 30°, wie wir ihn über einer Tasse Tee oder einem Teller Suppe haben, auch dort oft genug vorhanden. Aber sowohl die räumliche als die zeitliche Verteilung der Nebel zeigt unverkennbar, daß in gemäßigten Klimaten diese Art der Nebelbildung ganz zurücktritt gegen die experimentell noch nicht nachgeahmte Entstehung von Nebel über relativ kalten Oberflächen.

Die räumliche Verteilung der Nebelhäufigkeit können wir zuverlässig nur für den Ozean untersuchen. Denn die Angaben verschiedener Beobachter in dieser Hinsicht sind sehr wenig miteinander vergleichbar. Da die Nebelbildung alle möglichen Übergänge von leichter Trübung der Luft bis zur Verhüllung der nächsten Gegenstände zeigt, so notiert der eine Beobachter unter denselben Umständen doppelt und dreifach so viel Nebel wie der andere. In neuerer Zeit sind zwar verdienstliche Versuche gemacht worden, aus dieser Unbestimmtheit herauszukommen; so gibt die Anleitung des Preußischen Meteorologischen Instituts an, daß Nebeltage nur dann als solche gezählt werden sollen, wenn Gegenstände in mehr als 2000 m Entfernung verschwinden. Da dies aber auch von allerlei Umständen abhängt, wird der Übelstand wohl nur abgeschwächt, nicht weggeschafft werden können. Anders auf dem Meere, wo derselbe Beobachter verschiedene Räume durchfährt und für jeden Raum die Zahlen den Durchschnitt aus vielen Beobachtern darstellen; hier spielt der »persönliche Fehler« nur eine geringe

---

[1]) Aßmann & Berson: Ergebnisse der Arbeiten am Aeronautischen Observatorium 1901/02. (Berlin 1904). Beilage 1.

[2]) Buchan schreibt in seinem Handybook of Meteorology der Luftmischung ebenfalls eine bedeutende Rolle bei der Nebelbildung zu (2. ed., S. 168 bis 173).

Rolle und kann die Verteilung der Nebel nach dem Raume sehr wohl auf Grund der Schiffstagebücher untersucht werden.

Dagegen ist die Abhängigkeit der Nebel von der Jahreszeit an den Beobachtungen fester Stationen so gut und noch besser zu untersuchen als auf dem Meere. Denn hier werden Aufzeichnungen desselben Beobachters untereinander verglichen, die miteinander noch besser vergleichbar sind als die Mittel aus solchen vieler Beobachter. Wo von vielen Stationen Aufzeichnungen vorliegen, können wir durch Bildung von Gruppenmitteln den Einfluß des »persönlichen Fehlers« abschwächen; immerhin werden wir für Landstationen uns im wesentlichen auf die Untersuchung der jährlichen Periode des Nebels beschränken müssen.

Um den Grad und die Art der Trübung der Luft anzugeben, bedient sich die Landmeteorologie bekanntlich international auf Kongressen und Konferenzen angenommener Wörter und Zeichen, die maritime Meteorologie aber der von Admiral Beaufort für die Wetterbezeichnung vorgeschlagenen Buchstaben. In der ersteren stehen für diesen Zweck die Zeichen ∞, $\equiv$, $\equiv$ und $\underline{\equiv}$ (Dunst, Nebel, nässender Nebel und Bodennebel) zur Verfügung, deren jedes zur Bezeichnung der Intensität mit den Exponenten ^{0}, ^{1} oder ^{2} versehen werden kann. Nach der erwähnten Instruktion des Berliner Instituts ist $\equiv^0$ zu setzen, wenn Gegenstände in mehr als 1000 m Abstand noch sichtbar sind, und $\equiv^2$, wenn selbst solche in 100 m Abstand verschwinden. Als Tage mit Nebel sollen nach dieser Instruktion nur die mit $\equiv^2$ und $\equiv^1$ gezählt werden. Zwischen leichtem Nebel, $\equiv^0$, und starkem Dunst, ∞^2, läßt sich kein bestimmter Unterschied angeben.

Statt der zwei Bezeichnungen Nebel und Dunst hat die englische Sprache ihrer drei: fog, mist und haze. Von diesen hat Beaufort nur zwei benutzt und mit f und m bezeichnet; viel später ist von amerikanischer Seite noch der Buchstabe z für haze in diese Zeichenreihe eingeführt worden (h ist in ihr schon für Hagel mit Beschlag belegt). Die Definitionen von mist und fog gehen aber äußerst weit auseinander. Sie stimmen nur darin überein, daß die Beschränkung der Sichtweite bei mist geringer sei als bei fog; die Londoner meteorologische Gesellschaft hat sich in ihren Anweisungen an die Beobachter in der Tat auf diesen Unterschied beschränkt. Das Londoner Meteorological Office teilt in seinen Monatskarten für Mai 1907, Juli 1908 u. a. eine Skala der Trübung nach Kapt. A. Carpenter mit, die drei Hauptstufen mit je zwei Unterstufen unterscheidet: 1. Light Fog or Mist (m und f1), moderate Fog (f2, 3), thick Fog (f5, 6), und diese für See und für Fluß getrennt kennzeichnet; nach dieser sollen auch bei f1 die Landmarken noch erkennbar, nur der Horizont verschleiert sein, und zwar bei m eben erkennbar, bei f1 nicht mehr. Nebelsignale sollen bei f2 beginnen, Lichter und Landmarken dabei auf 1 Meile undeutlich sichtbar sein, bei f4 nur kaum auf $^1/_4$ Meile.

Aber neben diesem Unterschied des Grades wollen viele einen solchen der Art aufstellen, indem sie von »dry fog« und von »wet mist« reden. Unter dem letzteren verstehen Seeleute anscheinend vorzugsweise Nebelreißen, d. i. einen nässenden, großtropfigen Nebel, der wegen des größeren Abstands der Tropfen voneinander durchsichtiger als kleintropfiger — trockener — zu sein pflegt (auch in den Kießlingschen Experimenten[1]); also einen Übergang zum »drizzling« (Staub- oder Sprühregen), d der Beaufort-Bezeichnung. Dagegen weisen englische Lehrbücher der Meteorologie, wie Marriott an zwei Beispielen zeigte (Quart. Journ. R. Met. Soc. 1893, S. 237), dem Ausdruck mist die Bedeutung von Bodennebel zu; Jenyns spricht von »low creeping mists«, die nur wenige Fuß über den Boden reichen. In der Sprache der neueren internationalen Zeichen würde also mist bei Seeleuten $\equiv$, bei Landbewohnern $\underline{\equiv}$ bedeuten.

Da es nun aber in den ursprünglichen Beaufortschen Wetterbezeichnungen kein Zeichen für haze gab, so hat man auch für trockenen Dunst im Horizont den Buchstaben m angewendet und ist dieser in der Anleitung der Seewarte für ihre Beobachter an Bord ausdrücklich mit »diesig« übersetzt. Ein Vergleich deutscher und englischer Beobachtungen aus denselben Gewässern zeigt dabei,

[1]) Theoretisch ist die Frage behandelt von Trabert in Met. Zeitschr. 1901, S. 518.

daß die Deutschen lange nicht so oft dieses Zeichen anwenden wie die Engländer, von denen in der Tat R. Scott (Quart. Journ. 1893, S. 229) sagt, daß mancher Beobachter gewohnheitsmäßig fast jeden Tag mist oder haze einschreibe. Wir müssen uns mit einigen Beispielen begnügen. Im Jahresmittel kommt auf 100 Beobachtungswachen im Englischen Kanal folgende Anzahl solcher mit m oder f:

	Westlicher Eingang.			Östlicher Eingang.		
	m	f	Summe.	m	f	Summe.
nach deutschen Beobachtungen	0.71	0.25	0.96	1.23	0.39	1.62
nach englischen Beobachtungen	1.76	0.23	1.99	2.76	0.52	3.28.

Während also f in den deutschen und englischen Schiffstagebüchern ungefähr gleich häufig vorkommt, trifft man m in den englischen weit öfter an, so daß beide Zeichen zusammen in ihnen gerade doppelt so oft sich finden wie in den deutschen. In den englischen Wetterbüchern wird in diesen Gewässern das Zeichen m 5- bis 8mal so oft eingetragen wie das Zeichen f, in den deutschen nur dreimal. Natürlich ist dies Verhältnis in verschiedenen Meeresteilen, je nach der Stärke der Nebel, verschieden. Einige charakteristische Zahlen für Fünfgradfelder mögen nach der sogenannten »Quadratpublikation der Seewarte« hier aufgeführt werden. Nach der bekannten Numerierung[1]) dieser Felder stellt sich das Verhältnis m/f im Quadrate 146c auf 0.4, in 149a auf 1.7, in 150b auf 0.5, in 110c auf 2.8, in 115a auf 20.6, in 75a auf 83.4 und in 79a sogar auf unendlich, da hier kein einziges Mal wirklicher Nebel, f, verzeichnet wurde, während Dunst, m, ziemlich häufig war. Mit abnehmender Breite nimmt eben f sehr viel schneller ab als m, während es nördlich von 40° oder 45° N sogar, wie man sieht, in manchen Quadraten doppelt so häufig ist als m.

Die räumliche Verteilung der Nebel ist genauer nur für den Nordatlantischen Ozean bekannt[2]); aber auch für die übrigen Teile des Weltmeeres wissen wir, daß Dunst und Nebel allgemein Begleiter von relativ zur Umgebung kaltem Wasser sind, im vollen Gegensatz zu Gewitter und stärkeren Niederschlägen, welche diese Gegenden meiden. Die Kaltwassergebiete an den SW-Küsten von Afrika und Südamerika, bei Marokko und bei Guardafui sind bekannt gleichzeitig für ihre Regenarmut und ihre unsichtige Luft, und auch die Trübungen an der Sahara-Küste werden nicht ausschließlich von Staub, sondern z. T. von Kondensationen über dem sehr kalten Küstenwasser herrühren. Die Nebel im Ochotskischen Meere und im Oya Shio stehen den Neufundlandnebeln kaum nach. Allgemein scheint dabei die Häufigkeit und Stärke der Trübungen eine Funktion nicht allein der Temperatur, sondern auch des horizontalen Temperaturgradienten zu sein. Die Nähe des Golfstroms ist schon oft als mitwirkend bei der Entstehung der Neufundlandnebel bezeichnet worden; ein Versuch, die Rolle dieser beiden Ursachen festzustellen, ist aber noch nicht gemacht worden.

Viel mehr Material liegt über die jahreszeitliche Verteilung der Nebel vor, obwohl zusammenfassende Darstellungen nur für kleinere Gebiete erschienen sind. Wir wollen hier als Hauptsache das Verhältnis zwischen Land und Meer ins Auge fassen und dazu eine Reihe von Küstengebieten der nördlichen gemäßigten Zone untersuchen.

Am charakteristischsten stellt sich die Verteilung der Nebel in Großbritannien und Skandinavien dar durch den klaren Gegensatz zwischen den Winternebeln im Binnenland und in von Land umgebenen Buchten und den Sommernebeln auf dem Meere und an vorspringenden Küstenpunkten, von denen Buchan

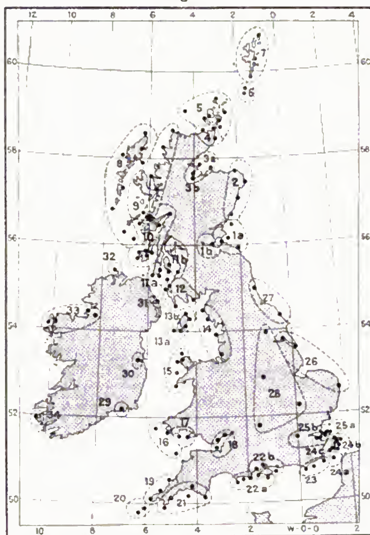
[1]) Die Zählung der 10°-Felder geht nach internationaler Übereinkunft in Gürteln von O nach W, die Gürtel folgen sich vom Äquator zu den Polen. Das an den 0-Meridian westwärts grenzende Feld heißt: 0 bis 10° N-Br. Nr. 1, 10 bis 20° Nr. 37, 20 bis 30° Nr. 73, 30 bis 40° Nr. 109, 40 bis 50° Nr. 145 usw., 0 bis 10° S-Br. 325 usw. Die 4 Fünfgradfelder jedes dieser Quadrate werden in derselben Richtung als a, b, c, d gezählt.

[2]) Dargestellt nach deutschem Beobachtungsmaterial im Atlas der Deutschen Seewarte für den Atlantischen Ozean, 2. Auflage (Hamburg 1902), und wiederholt in den Monatskarten, sowie genauer für den Teil N von 40° Br. und W von 40° Lg. im Jahrgang 1897 der »Annalen der Hydrogr. u. Mar. Met.«, Taf. 13 bis 24; nach englischem in den »Monthly Meteorological Charts« des Meteor. Office von 1907 bis 1908 und späteren, namentlich 1910.

wohl mit Recht bemerkt, daß sie fast stets eine ziemliche Strecke aufs Meer hinaus, aber nur wenig landeinwärts sich ausdehnen.

Britische Inseln. Die Aufzeichnungen über Nebel (fog) in den Tagebüchern von 65 schottischen Leuchttürmen für die 12 Jahre 1889 bis 1900 sind im Jahre 1903 von Al. Buchan in einer Abhandlung bearbeitet worden[1]). Da die Feuerwächter verpflichtet sind, die Zahl der Nebelstunden täglich anzuschreiben, so konnte Buchan die 12jährigen Summen sowohl dieser als der Tage mit Nebel ableiten. Ob unter der Zahl der Nebelstunden die wirkliche Dauer der Nebel oder die Zahl der Stunden zu verstehen ist, in denen Nebel vorgekommen ist, bleibt zweifelhaft. Beides unterscheidet sich nur an Tagen mit sogenannten »fliegenden Nebeln« wesentlich, und solche sind ziemlich selten. Buchan gibt an, die Wärter seien angewiesen, in das Formular »the number of hours the fog prevailed that day« einzutragen. Die 65 Punkte hat Buchan in 12 Gruppen zusammengefaßt; eine weitere Gruppe von zwei Leuchttürmen auf Fair-Eiland konnte noch aus dem englischen Segelhandbuch (North Sea Pilot, Part I, »nach 7jährigen Beob.«) hinzugefügt werden. Bei näherem Zusehen erwiesen sich vier von diesen Gruppen als unnatürlich, weil sie Orte mit entgegengesetzter jährlicher Periode in sich vereinigten; ich habe sie deshalb in je zwei Untergruppen geteilt, deren Gegensatz in den folgenden Mittelzahlen klar hervortritt (Nebelstunden). Die Lage der Gruppen und der Stationen zeigt unser Kärtchen, Fig. 1.

Fig. 1.



Stationsgruppen	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Wint.	Frühl.	Som.	Herbst
1a, 3a, 11a (11 Außenpunkte)	7	14	9	17	28	**36**	18	13	15	8	8	8	29	54	67	31
1b, 3b, 11b (5 Binnenpunkte)	12	18	10	11	16	18	10	*9*	14	13	18	**21**	51	37	37	45

Weniger klar ist, warum auch die SW-Küste von Cumberland und die gegenüberliegende Ostküste von Man den kontinentalen Charakter — bei anscheinend sehr großer Nebelhäufigkeit — zeigen, während die Südküste von Man und Anglesea sommerliche Seenebel haben:

Stationsgruppen	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
13a u. 15 (7 Punkte)	9	13	19	24	**47**	32	41	21	16	9	*5*	8
13b u. 14 (6 «)	60	**63**	46	52	46	44	*37*	38	48	50	59	**64**

[1]) Fogs on the Coast of Scotland. Journal Scott. Met. Soc. III Ser, 12 Band, S. 3.

Deutlich zeigen wiederum den Gegensatz zwischen vorgeschobenen Küstenpunkten und Binnenwässern auch die Gruppen 16 gegen 18 am Bristolkanal und 22a gegen 22b am Solent; auch die dazwischen liegenden exponierten Gruppen 19, 20 und 21 haben Sommernebel:

Stationsgruppen	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
16 u. 22a (7 Punkte)	18	25	32	32	26	37	**41**	23	18	*15*	17	20
18 u. 22b (7 «)	52	45	53	31	26	20	17	*10*	26	39	**70**	66

Von den südöstlichen Gruppen, 23 bis 25, weist nur das inmitten der Straße von Dover gelegene Varne-Feuerschiff (24a) Sommernebel und klare Luft im Winter auf; die übrigen Leuchttürme und Feuerschiffe dieser Gegend stehen sichtlich unter dem Einfluß Londons, dessen berüchtigte Nebel hauptsächlich im Herbst und Winter auftreten.

Die obigen Angaben über die Zahl der Nebelstunden für die Küsten von England und Wales stammen aus englischen Seehandbüchern (Pilots), und zwar ebenso wie die schottischen aus den Tagebüchern der Leuchttürme, wozu hier eine Anzahl Feuerschiffe kommen. In Tabelle 1 sind diese Reihen, die gleichartige jährliche Verteilung der Nebel zeigen, in Gruppen zu Mittelwerten vereinigt. Die Zahlen für die einzelnen Beobachtungspunkte findet man in den genannten Seehandbüchern und bei Buchan; die Lage der Gruppen auf unserem Kärtchen, Fig. 1.

Tabelle 1. **Mittlere monatliche Anzahl der Nebelstunden.**

Gr. Nr.		Zahl der Stat.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1a	St. Abbs bis Bell Rock	4	*10*	21	12	26	46	**51**	26	16	17	12	12	*10*	260
1b	Inchkeith	1	27	39	33	32	42	49	29	*20*	22	33	42	**51**	419
2	Montrose bis Kinnaird head	4	6	14	*4*	26	49	**60**	27	24	24	9	13	6	262
3a	Covesea Skerries u. Tarbet Ness	2	*3*	8	5	15	22	**35**	10	11	13	8	10	13	150
3b	Chanonry und Cromarty	2	3	8	*2*	6	13	11	4	6	10	7	12	**14**	96
4	Nosshead bis Holbornhead	3	6	15	7	24	41	**65**	49	37	23	6	5	*4*	282
5	Orkneys	7	4	7	4	17	36	**61**	36	30	23	4	*1*	2	225
6	Fair Island	2	9	8	14	39	50	**104**	64	67	30	20	*4*	*4*	413
7	Shetlands	4	7	8	16	26	44	**75**	60	54	35	20	*9*	*2*	356
8	Äußere Hebriden	7	6	9	11	10	14	**35**	16	16	13	4	4	*2*	140
9	K. Wrath bis Mull-Sund	7	8	10	14	11	12	**29**	23	13	13	6	*4*	*4*	147
10	Corran bis Islay	8	7	9	6	6	10	**22**	17	8	11	3	*2*	3	104
11a	Mull of Cantyre bis Ailsa Craig	5	6	11	8	9	12	**21**	14	12	14	5	*4*	*4*	120
11b	Lamlash und Turnberry	2	14	**17**	7	*5*	*5*	10	6	7	15	8	13	14	122
12	Corsewall bis Little Ross	4	15	20	16	15	16	**26**	19	15	16	11	*9*	13	191
13a	Insel Man, Südspitze	2	8	15	15	16	21	**27**	23	14	15	10	*6*	*6*	176
13b	Insel Man, Ostküste	3	43	**61**	34	44	46	44	35	*33*	43	39	42	46	519
14	Morecambe bis St. Bees Head	3	**76**	66	57	60	46	45	*40*	43	52	61	76	82	704
15	Skerries bis Bardsey	5	9	12	21	27	**57**	35	48	24	17	9	*5*	9	251
16	Smalls bis Lundy Island	3	19	15	31	42	**44**	38	54	26	18	14	*8*	15	322
17	Caldy Isl. u. Helwick F. Schiff	2	**101**	96	95	85	79	73	77	50	*37*	57	67	87	901
18	Usk West bis Breaksea F. Sch.	3	77	62	82	47	37	26	23	*13*	39	63	**103**	97	668
19	Trevose Head bis Longships Rock	3	*10*	11	21	28	28	26	**47**	23	18	16	*10*	11	249
20	Scilly-Inseln	2	37	30	35	40	54	**64**	**64**	55	40	28	*27*	30	501
21	Lizard Head bis Start Point	5	*6*	15	19	18	22	**29**	27	27	22	11	10	8	214
22a	Portland bis St. Catherines Pt.	4	17	34	32	23	29	**36**	29	21	18	*15*	25	25	303
22b	Needles bis Nab Feuer-Schiff	4	26	28	26	16	15	15	12	*8*	14	16	**37**	36	248
23	Beachy Head bis Dungeness	3	38	51	**54**	32	30	34	44	*14*	32	33	50	50	464
24a	Varne F. Schiff	1	*6*	19	18	13	17	30	**32**	9	12	7	9	9	181
24b	Goodwin F. Schiffe u. Gull F. Sch.	4	**60**	54	50	31	26	32	34	*10*	26	37	54	58	472
24c	Dover bis North Foreland	3	50	50	47	33	28	38	35	*18*	25	30	50	**56**	426
25a	Tongue F. Schiff	1	**143**	130	110	90	74	72	79	*34*	71	84	138	126	1151
25b	Themse-Mündung, Inn. F. Sch.	5	56	42	40	18	14	14	16	*6*	22	34	**68**	54	382

Für die Ostküste Englands und für die irischen Küsten fehlt dieses Material von den Leuchtfeuern in den Seehandbüchern leider. Wir sind da auf die Angaben über die Zahl der Tage mit Nebel für einige meteorologische

Stationen angewiesen, die teils in diesen Handbüchern, teils in einem Aufsatz von R. Scott[1]) enthalten sind, in dem von 23 Stationen aus dem täglichen Wetterbericht 15jährige Mittel der Nebelhäufigkeit bei den zwei telegraphisch übermittelten Terminbeobachtungen (8a, 6p) gegeben werden. In der erwähnten Arbeit Buchans sind die Tagebücher der schottischen Leuchtfeuer auch auf die Zahl der Tage mit Nebel ausgeschöpft worden, so daß für Stunden und Tage hier vergleichbare 12jährige Mittel vorliegen.

Tabelle 2. **Tage mit Nebel.**

		Zahl der Stat.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
	Schottland.													
1a.	St. Abbs bis Bell Rock	4	2.1	3.5	2.3	4.4	5.9	**6.6**	4.2	3.2	2.5	*2.0*	2.2	2.1
1b.	Inchkeith	1	4.1	4.7	3.8	4.1	5.0	5.8	3.9	2.8	*2.6*	3.6	5.0	**7.7**
1b.	Leith (15 Jahre)	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	3	**4**	3
1b.	Ardrossan	1	**6.5**	5.3	4.1	3.6	1.9	2.1	0.9	2.6	4.1	5.5	4.6	**6.4**
1b.	Glasgow	1	3	2	1	0	0	0	0	0	1	3	4	5
2.	Montrose bis Kinnaird	4	0.9	2.2	*0.8*	3.4	5.8	**6.4**	3.7	3.5	2.9	1.2	1.7	*0.8*
3a.	Covesea u. Tarbet Ness	2	*0.3*	0.9	0.5	1.8	2.3	**3.8**	1.3	1.4	1.2	1.0	0.9	1.1
3b.	Chanonry Pt. u. Cromarty	2	0.4	0.8	*0.2*	0.8	**1.6**	**1.6**	0.8	1.0	1.2	1.0	1.2	1.5
4.	Nosshead bis Holborn	3	0.7	2.2	1.1	3.2	5.8	**8.3**	6.8	5.1	3.2	1.0	0.7	*0.7*
5.	Orcneys	7	0.4	0.8	0.6	2.0	4.7	**7.1**	4.4	4.0	2.7	0.6	*0.2*	0.3
7.	Shetlands	4	1.2	1.4	2.2	3.2	5.4	**8.2**	6.9	6.0	4.1	2.2	1.2	*0.5*
8.	Äußere Hebriden	7	0.8	1.2	1.6	1.7	1.9	**4.4**	2.6	2.2	1.8	0.7	0.5	*0.3*
9.	K. Wrath bis Mull-Sund	7	0.8	1.3	1.7	1.5	1.8	**3.7**	2.8	2.2	1.8	0.8	0.6	*0.5*
10.	Corran bis Islay	8	0.8	0.9	0.8	0.9	1,4	**2.9**	2.0	1.0	1.4	0.3	*0.2*	0.3
11a.	Mull of Cantyre bis Ailsa	5	1.3	2.3	1.9	2.2	2.9	**4.6**	3.5	2.9	2.6	1.1	*0.9*	1.0
11b.	Lamlash und Turnberry	2	1.7	**2.0**	1.1	1.2	*0.8*	1.5	1.0	1.2	1.9	1.0	1.3	1.6
12.	Corsewall bis Little Ross	4	2.2	2.9	2.3	2.3	2.4	**3.8**	3.2	2.3	2.8	1.4	*1.3*	1.8
13a.	Insel Man, Südspitze	2	2.4	2.6	2.8	3.8	4.1	**6.4**	4.7	3.4	3.0	1.7	*1.4*	1.8
13b.	Insel Man, Ostküste	2	3.6	**5.4**	3.6	4.0	3.8	4.4	4.0	2.7	3.3	*2.5*	2.6	4.2
	England und Wales.													
14.	Liverpool (15 Jahre)	1	3.3	2.3	1.5	0.5	*0.3*	0.5	0.3	1.1	1.5	3.0	3.0	**3.4**
15.	Holyhead (15 u. 4 Jahre)	1	1.6	2.8	2.8	2.8	**4.6**	4.2	3.5	3.5	3.6	2.8	*0.8*	2.3
16.	Pembroke (dgl.)	1	3.0	2.4	3.4	2.4	**5.3**	4.4	**5.3**	4.8	3.4	2.5	*1.4*	2.4
20.	Scilly (15 u. 30 Jahre)	1	2.5	2.3	2.2	1.6	3.2	**5.1**	4.3	4.4	3.2	*1.1*	1.5	1.5
22b.	Hurst Castle (15 Jahre)	1	2.9	1.9	2.3	1.2	0.9	1.5	*0.6*	0.9	1.9	1.2	1.3	**2.7**
23.	Dungeness (21 Jahre)	1	2	2	3	2	1	3	2	1	2	3	2	3
24c.	Dover (15 Jahre)	1	2.4	2.5	1.9	1.7	1.1	2.0	1.0	1.6	*0.4*	1.8	1.4	**3.2**
25b.	London (15 Jahre)	1	8.4	5.8	5.5	2.6	1.0	0.8	*0.7*	1.3	5.8	9.4	8.4	**9.8**
26.	Yarmouth bis Hull[2])	3	**8.2**	4.2	3.5	2.8	2.5	1.8	*1.0*	1.0	2.5	3.5	6.8	7.8
27.	Scarborough u. Shields	2	4.3	*1.7*	2.7	1.8	4.3	4.0	3.3	3.0	5.0	**6.0**	3.0	3.3
28.	Inneres von England[3])	4	4.2	2.2	1.5	0.8	0.2	*0.0*	0.0	0.8	2.2	3.7	3.8	**4.8**
	Irland.[4])													
29.	Roche Point	1	2.1	1.6	1.7	*1.4*	2.8	2.3	2.8	**3.3**	2.7	2.0	*1.4*	2.8
30.	Dublin (Stadt)	1	6	4	5	3	1	*1*	1	1	5	5	6	**7**
31.	Donaghadee	1	0.8	*0.4*	0.5	0.5	1.1	1.6	1.2	1.3	**2.4**	1.2	0.7	0.4
32.	Malin Head	1	1.6	1.6	0.9	0.8	2.6	2.8	**3.0**	1.5	1.4	0.8	1.2	*0.6*
33.	NW-Küste[5])	4	0.5	0.5	*0.1*	0.5	0.3	1.1	0.6	0.3	1.2	1.1	**1.3**	**1.3**
34.	Valencia	1	0.7	0.4	*0.1*	0.7	0.2	*0.1*	0.5	0.9	0.7	**1.0**	0.2	0.2

Tabelle 2 gibt diese Mittelzahlen, wie in Tabelle 1 nach den Gruppen geordnet, deren Lage das Kärtchen zeigt, jedoch ohne daß, mit Ausnahme von Schottland, eine Vergleichbarkeit mit den Zahlen der Tabelle 1 angesprochen werden könnte, da sie für England und Wales aus anderen Beobachtungsreihen stammen.

[1]) Fifteen years fogs in the British islands, 1876—1890. Quart. Journ. R. Met. Soc., 1893, S. 229—233.

[2]) Yarmouth, Spurn Point, Hull, je 15 Jahre.

[3]) York, Nottingham, Oxford, Cambridge, je 15 Jahre.

[4]) Roche Point, Donaghadee und Valencia Mittel aus 15- und 7jährigen Beobachtungen.

[5]) Blacksod Pt., Markree Castle, Mullaghmore, Belmullet, je 7 Jahre.

Daß diese Vergleichbarkeit tatsächlich fehlt, sieht man daraus, daß ein Vergleich der Zahlen beider Tabellen teilweise mehr als 24 Nebelstunden an einem Nebeltage ergibt. Für Schottland ist dieser Vergleich möglich und von Buchan durchgeführt; er ergab in den nordwestlichen Gruppen (3 bis 10) durchschnittlich 8 bis 9 Nebelstunden auf den Nebeltag, in den südöstlichen Gruppen (1, 2 und 11 bis 13) nur 5 bis 7.

Während hiernach die Küste von Yarmouth bis Hull in der jährlichen Periode noch ungefähr mit der Themsemündung übereinstimmt, scheinen der nördliche Teil der englischen Ostküste und der größere Teil der irischen Küste keinem der beiden Haupttypen anzugehören, sondern die häufigsten Nebel im Herbst, die seltensten im Vorfrühling zu haben, Malin Head und Rochepoint aber die häufigsten im Spätsommer.

Wie weit außer der jährlichen Periode auch die absoluten Zahlen der obigen Tabellen vergleichbar sind, läßt sich nicht bestimmen. Jedenfalls ist die Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Stationen oder Gruppen nur eine recht beschränkte. Für diejenige der Aufzeichnungen von den schottischen Leuchttürmen führt Buchan die häufige Versetzung der Wärter von einem zum andern und deren Schulung im Beobachten vor Antritt des Dienstes als Gewähr für solche Vergleichbarkeit an. Man könnte auch glauben, daß dort, wo die Zahlen die Dauer der Abgabe von Nebelsignalen bedeuten (anscheinend an den meisten Punkten), das praktisch-seemännische Bedürfnis eine gewisse Einheitlichkeit gewährleiste. Es ist aber eine bekannte Klage, daß auch diese Signale sehr ungleich gehandhabt werden. Wenn z. B. die Feuerschiffe von South Goodwin und Royal Sovereign je 751 und 839 Nebelstunden im Jahr angeben, das dazwischen liegende Varne aber nur 181, so ist es wahrscheinlich, daß an den ersteren schon viel geringere Trübungen beachtet worden sind als am letzteren. In der Tat enthalten auch die englischen Seehandbücher (Channel Pilot I S. 12 u. a.) die Warnung, daß aus ihren Tabellen »keine verläßliche Ansicht über die relative Häufigkeit des Nebels an verschiedenen Orten gebildet werden kann«.

Unter den Gruppenmitteln der Tab. 1 geben über 400 Nebelstunden im Jahre die Gruppen 6, 13b, 14, 17, 18, 20 und alle von 23 bis 25 außer 24a (Varne). Ob dieses in der Tat die nebelreichsten Küstenstrecken sind, ist unsicher, wenn auch wahrscheinlich.

Eine interessante Bemerkung über den Einfluß der Höhenlage des Beobachtungspunktes auf die Häufigkeit des Nebels macht Buchan. An den sechs schottischen Feuern, deren Seehöhe über 90 m beträgt, ist die Zahl der Nebelstunden im Jahr 519 bis 1441, während sie im Durchschnitt aller 65 nur 188 beträgt. Die weitaus größte Zahl, 1441, hat das höchste Leuchtfeuer, Barra Head, das deshalb auch nicht in das Mittel der Gruppe 8 einbezogen worden ist. Offenbar reichen also viele von den Nebeln dieser hohen Punkte nicht bis an die Meeresfläche selbst, sondern sind sehr niedrige Wolkendecken oder »hängende Nebel«, wie der Seemann sagt, dem die Gefahr nicht unbekannt ist, daß in solchen Fällen, trotzdem die unterste Luftschicht sichtig ist, die hohe Küste unsichtbar bleibt, bis die Brandung an ihr erkennbar wird.

Ferner bemerkt Buchan, daß Schutz gegen das offene Meer die Zahl der Nebel verringere. Die Leuchtfeuer Rona und Kyleakin, die beide sehr wenig Nebel aufgezeichnet haben, führt er als Beweis für diesen Satz an. Nebel bei Ostwind treten nur an der Ostküste Schottlands auf. Beide Sätze weisen also die Nebel an der Küste vorwiegend den Seewinden zu; sie werden aber nur für Küsten mit vorwiegenden sommerlichen Seenebeln gelten. Wie wir schon gesehen haben, wird deren Verringerung beim Eindringen landeinwärts weiter im Süden reichlich durch die Zunahme der Landnebel im Winter wettgemacht.

Sehen wir uns weiter in NW-Europa um, so finden wir von Frankreichs Küsten nur für zwei Punkte genügend Angaben. Das weit ins Meer vorgeschobene Ouessant hat danach Sommernebel, dagegen Cordouan an der Gironde-Mündung Winternebel, wie folgende Zahlen (5jährige Mittel nach Segelhandb. f. d. Westküste Frankreichs) zeigen:

		Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.
Ouessant (Créach). Stunden			90			76			**174**			76	
Cordouan, Beob.	dichter Nebel	**9**	**9**	3	2	2	0	0	1	0	0	3	7
	leichter »	12	11	8	9	7	*3*	7	9	9	11	**13**	12

Die Ziffern von Ouessant bedeuten die Zahl der Stunden, während deren das Nebelhorn von Créach geblasen wurde. Es geschah dies nach der Instruktion sobald der Leuchtturm von Stiff nicht mehr von dort zu sehen war. Die Zahlen vom Turm von Cordouan beziehen sich auf Beobachtungen, die nur in der Nacht, und zwar um 9h N, 12h N und 3h V, angestellt wurden.

Die Ableitung der Nebelhäufigkeit für andere Punkte Frankreichs würde zeitraubend sein, da leider Frankreich, wie die romanischen Länder überhaupt, die internationalen Beschlüsse über die Publikationsform nur unvollständig durchgeführt hat und seine Jahresübersichten die Zahl der Tage mit Nebel nicht angeben.

Bei weitem mehr Material besitzen wir von Norwegen, und auch hier macht sich der Gegensatz zwischen Sommernebeln an der Außenküste und Winternebeln an Binnengewässern bemerkbar, wenn auch nicht so deutlich wie an den schottischen Küsten. Denn auch die Stationen im Innern des Sogne- und der benachbarten Fjorde zeigen kein Vorwiegen der Nebel im Winter, sondern unbestimmte Verhältnisse[1]) und nur die des Trondhjem-Fjordes ein entschiedenes Wintermaximum. Die dem europäischen Festlande zugewandte Südostküste zeigt, ebenso wie die Südostküste Englands, Winternebel selbst an ihren vorgeschobensten Stationen. Tab. 3 gibt die Mittel von Stationsgruppen, die ich aus den Zahlen von Mohns »Klima-Tabeller for Norge«[2]) gebildet habe, jedoch nur aus Stationen von weniger als 100 m Seehöhe, weil bei höher gelegenen die Bedingungen der Nebelbildung andre sein dürften.

Tabelle 3. **Norwegen, Tage mit Nebel.**

	Zahl der Orte	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1. Kristiania und Aas	2	**7.8**	6.0	2.8	2.4	0.6	*0.1*	0.3	1.0	2.4	4.2	7.6	7.4
2. Faerder bis Larvik	3	**6.8**	5.2	5.6	4.2	2.5	*1.1*	1.8	2.1	2.5	4.2	4.9	5.4
3. Torungen bis Mandal	4	**3.9**	3.3	3.6	2.9	2.0	1.6	*0.8*	0.9	1.3	1.4	2.2	2.3
4. Lister und Lindesnes	2	5.2	4.4	5.9	**6.6**	4.2	3.6	2.6	1.4	2.6	2.4	*1.3*	3.2
5. Skudenes bis zum Nordfjord, Äußere Küste	5	3.4	3.1	3.5	3.4	3.9	**4.8**	4.1	3.0	2.5	2.4	*2.3*	2.4
6. Skudenes bis zum Nordfjord, Inn. d. Fjorde	6	0.7	0.5	0.7	*0.5*	0.6	0.5	1.2	1.1	**1.5**	1.0	1.0	0.8
7. Aalesund bis Kristiansund	3	0.3	0.2	0.4	1.3	1.9	**3.6**	3.5	3.0	1.1	0.3	0.3	*0.2*
8. Inneres des Trondhjemfjords	3	3.1	2.1	1.8	1.2	0.9	0.9	*0.7*	1.0	2.6	2.7	3.5	**3.7**
9. Villa bis Brönnö	4	0.4	0.7	0.9	1.4	1.2	**2.5**	1.9	2.1	1.0	0.6	0.4	*0.3*
10. Ranen und Bodö	2	0.1	*0.1*	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	**0.5**	0.3	0.2	0.3
11. Inseln v. Skomvär b. Andenes	5	*0.1*	0.4	0.5	1.3	1.8	2.9	**4.1**	3.7	1.8	0.8	0.4	0.2
12. Tromsö b. Vardö, Äußere Küste	3	*0.0*	0.0	0.0	0.1	1.2	4.1	**6.8**	5.0	1.3	0.5	0.0	0.0
13. Tromsö b. Vardö, Inneres der Fjorde	3	0.8	*0.5*	0.7	1.0	1.1	1.5	**2.4**	**2.4**	2.2	1.1	0.8	0.6
14. Sydvaranger	1	1.0	0.5	0.3	*0.2*	0.5	0.5	1.1	1.4	1.5	**2.3**	1.0	0.7

Unter den 14 Stationsgruppen der Tab. 3 haben 4 das Maximum der Nebel im Januar oder Dezember, 7 im Juni oder Juli, während nur eine es im Frühling und 3 im Herbst, jedoch nicht sehr ausgeprägt, aufweisen.

Die Sommernebel und die winterliche Reinheit der untersten Luftschicht, welche die ozeanischen Küsten NW-Europas auszeichnen, reichen ostwärts, wie die Tab. 1 bis 3 zeigen, in der nördlichen Nordsee nur bis zur Südspitze Norwegens, im Kanal nur bis zur Insel Wight — das einzige Feuerschiff auf der Varne-Bank ausgenommen. An der deutschen Küste liegt die Sache ganz anders. Hier sind die Monate vom November bis zum Januar reich an Nebeln, der Sommer daran arm, ebenso wie auch im deutschen Binnenland. Ein Aufsatz über die Nebelverhältnisse Deutschlands von Dr. Hugo Meyer ist bereits im Jahrgang 1888 dieser Zeitschrift erschienen; nach diesem ist der Monat der häufigsten Nebel in Breslau der November, in Berlin, Karlsruhe und Friedrichshafen der Januar.

[1]) Das Septembermaximum der Reihe 6 in Tab. 3 ist durch die eine Station Vossevangen bestimmt.
[2]) Videnskabsselskabets Skrifter. I Math.-naturw. Klasse 1899, Nr. 5, S. 24 bis 26.

In der folgenden Tabelle sind einige, meist 25jährige Reihen zusammengestellt: Helgoland nach Annalen der Hydr. 1891, S. 219, die Stationen der Seewarte nach »Ergebnisse für das Lustrum 1896 bis 1900 usw.«[1]), die Stationen des nordwestdeutschen Binnenlandes nach einer Mitteilung des Preußischen Meteorologischen Instituts an die Seewarte. Irgendein durchgreifender Unterschied zwischen der Küste und dem Inneren zeigt sich in diesen Zahlen nicht: auch auf den weit vorgeschobenen Inseln, wie Helgoland, Borkum und Sylt, ist der Winter die nebelreiche Zeit, nicht der Sommer. Die sommerlichen Seenebel, welche die Außenküsten Schottlands und West-Englands umlagern, fehlen der deutschen Nordseeküste.

Hamburgs große Zahlen sind auf Stadtnebel, die kleinen von Neufahrwasser, Nienburg und Hannover auf persönliche Abweichung der Beobachter zu schieben.

Tabelle 4. **Norddeutschland, Tage mit Nebel.**

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Wint.	Frühl.	Somm.	Herbst	Jahr	Jahrgänge
Helgoland . .	6.1	5.6	5.3	4.3	3.3	2.1	0.9	*0.7*	1.0	0.9	2.9	**6.3**	**18.0**	12.9	*3.7*	4.8	39.4	1875—1889
Borkum . . .	**9.8**	8.7	5.8	4.2	2.5	1.2	*0.9*	1.1	3.5	4.8	7.5	9.1	**27.6**	12.6	*3.2*	15.8	59.2	1876—1900
Wilhelmshaven .	**9.0**	6.9	4.8	3.4	1.3	*1.0*	1.5	1.1	2.7	4.8	8.4	8.6	**24.6**	9.5	*3.7*	15.9	53.7	1876—1900
Keitum . . .	**7.0**	5.8	3.2	2.7	1.0	0.6	*0.2*	0.6	1.5	3.4	5.1	5.6	**18.4**	6.8	*1.4*	10.0	36.5	1876—1900
Hamburg . . .	15.6	12.8	10.5	7.0	2.9	*1.9*	2.1	4.2	8.2	13.3	**15.9**	15.4	**43.8**	20.4	*8.2*	37.4	109.7	1876—1900
Kiel	7.4	5.4	4.9	2.9	1.3	0.9	*0.8*	1.7	2.8	4.0	6.9	**8.4**	**21.2**	9.1	*3.5*	13.7	47.4	1876—1900
Wustrow . . .	6.8	**7.2**	5.1	3.8	2.2	1.2	*0.4*	1.3	2.1	3.4	**7.2**	6.9	**20.9**	11.1	*3.0*	12.7	47.7	1876—1900
Swinemünde . .	**6.7**	5.1	4.1	3.3	1.5	1.2	*0.5*	1.5	2.6	3.8	6.2	6.1	**18.0**	9.0	*3.2*	12.6	42.7	1876—1900
Neufahrwasser .	3.2	2.4	3.3	2.2	1.6	0.9	*0.1*	0.5	1.3	3.1	**4.7**	4.1	**9.7**	7.1	*1.6*	9.1	27.4	1876—1900
Memel	5.3	**6.5**	4.8	3.6	2.6	1.4	*0.8*	1.2	1.5	2.8	**6.6**	5.2	**17.0**	11.0	*3.4*	10.8	42.2	1876—1900
Emden	**8.1**	5.2	4.4	2.2	1.2	*0.7*	0.8	1.0	2.4	5.2	7.7	7.3	**20.6**	7.8	*2.5*	15.3	46.1	1886—1910
Elsfleth . . .	5.6	3.6	3.4	1.6	0.9	*0.8*	*0.8*	0.9	2.8	5.2	**6.6**	5.4	14.6	5.9	*2.5*	14.6	37.6	1886—1910
Bremervörde . .	5.0	3.2	1.8	0.8	0.5	0.5	0.9	*0.3*	2.5	7.1	**10.2**	6.3	14.5	3.1	*1.7*	**19.8**	39.1	1886—1910
Lüneburg . . .	5.5	3.1	2.9	2.0	0.4	*0.4*	0.5	0.7	3.4	5.7	**6.7**	5.0	13.6	5.3	*1.6*	**15.8**	36.2	1886—1910
Meldorf . . .	**6.9**	4.9	3.9	2.3	0.9	*0.2*	*0.2*	0.9	2.6	5.0	6.8	6.6	**18.4**	7.1	*1.3*	14.4	41.2	1886—1910
Schwerin . . .	**5.8**	4.8	3.7	1.9	0.9	*0.2*	0.3	1.3	2.4	4.8	4.9	5.6	**16.2**	6.5	*1.8*	12.1	36.6	1886—1910
Bremen . . .	7.1	7.0	4.2	3.1	*0.9*	*0.9*	1.8	2.0	5.2	7.4	**8.4**	6.9	21.0	8.2	*4.7*	21.0	55.0	1890—1914
Nienburg, Weser	1.5	1.5	1.4	0.6	0.4	0.6	*0.3*	0.9	3.0	**4.2**	3.5	1.6	4.6	2.4	*1.8*	**10.7**	19.6	1898—1914
Hannover . . .	1.6	1.8	1.9	1.4	0.6	*0.2*	*0.2*	0.7	2.6	3.5	**3.9**	2.0	5.4	3.9	*1.1*	**10.0**	20.6	1887—1911

Es ist nun eine interessante Frage, festzustellen, wo die Grenze zwischen diesen zwei ganz verschiedenen klimatischen Typen auf der Nordsee liegt. Leider sind für die Ostküste Englands keine Beobachtungen von den Leuchtfeuern über Nebel veröffentlicht. Wir sind also für die Strecke von der Themsemündung bis zur schottischen Grenze auf die Angaben der Tabelle 2 von einigen meteorologischen Stationen angewiesen; diese zeigen im südlichen Küstenteil wie an der Themsemündung ein Maximum im Winter und Minimum im Sommer, zu Scarborough und Shields aber ein eigentümliches Maximum im Oktober und Minimum im Februar, also einen Zwischentypus.

Dagegen steht uns ein reiches Beobachtungsmaterial aus Dänemark und Holland zur Verfügung, das über diese Frage interessante Auskunft gibt. Der Gefälligkeit des Herrn Direktors Ryder verdanke ich die 30jährigen Mittel der Jahre 1881 bis 1910 von acht dänischen Feuerschiffen. Die folgenden zwei Tabellen 5a und 5b geben diese Mittel einerseits für die Zahl der Tage, anderseits für die der Beobachtungstermine (4h, 8h, 12h V und 4h, 8h, 12h N) mit Nebel. Die letzteren Angaben beziehen sich, wie mir Herr Ryder schreibt, auf den Moment der Beobachtung selbst, während die Zahl der Tage mit Nebel aus den »Bemerkungen« im Tagebuch abgeleitet ist und daher auch die zwischen Terminen vorgekommenen Nebel enthält. So kommt es, daß bei den kurz dauernden Nebeln des Juli und August die Zahl der Tage mit Nebel meist größer ist als die der Termine mit Nebel. Dividiert man die letztere durch die Gesamtzahl der Termine im Monat, so erhält man die »absolute Wahrscheinlich-

[1]) Ich füge diejenigen von der Ostseeküste der Einfachheit halber, vorgreifend, schon hier hinzu. Die Beobachtungen von den Sturmwarnungsstellen der Ostsee findet man weiter unten.

keit« des Nebels, Tabelle 5c. Unter der allen unseren meteorologischen Tagesmitteln zugrunde liegenden Voraussetzung, daß sich die Zeit zwischen den Terminen ebenso verhielt wie diese, können wir aus Tabelle 5a durch Multiplikation mit der Gesamtzahl der Stunden die Gesamtdauer des Nebels und durch deren Division durch die Zahl der Tage mit Nebel die mittlere Dauer des Nebels an einem Tage mit Nebel bestimmen[1]). In diesen Zahlen, die man in Tabelle 5d findet, ist auch der Einfluß der persönlichen Auffassung der Beobachter wieder teilweise ausgemerzt, weil er in 5a und 5b in gleichem Sinne enthalten ist.

Tabelle 5. **Dänische Feuerschiffe.**

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
							a. Mittlere Zahl der Tage mit Nebel.									
Horns Riff	4.7	5.1	**6.3**	5.6	4.8	3.5	2.4	1.7	*1.0*	1.2	*1.0*	1.6	11.4	16.7	7.6	3.2
Skagens Riff	**6.8**	5.2	6.6	4.6	3.5	2.5	2.0	*1.2*	2.3	2.6	3.5	4.8	16.8	14.7	5.7	8.4
Laesö Trindel	**7.6**	5.8	5.5	3.8	1.7	1.3	0.5	*0.4*	2.1	2.3	3.1	4.8	18.1	11.0	2.2	7.5
Laesö Rende	**8.1**	6.2	6.0	3.9	2.3	1.6	*1.2*	1.4	2.5	3.0	3.9	5.5	19.8	12.2	4.2	9.4
Anholt Knob	**10.0**	8.0	7.5	4.5	1.8	1.1	*0.5*	0.8	2.2	3.4	4.3	5.8	23.8	13.8	2.4	9.9
Schultz Grund	**9.4**	6.9	7.0	4.2	1.9	1.0	*0.6*	0.8	2.3	3.3	4.0	5.4	21.7	7.1	2.4	9.6
Lappe Grund	**9.7**	7.3	6.6	3.9	2.2	1.4	*1.0*	1.5	2.8	5.3	5.4	6.8	23.8	12.7	3.9	13.5
Gjedser Riff	**7.4**	6.7	5.7	5.0	3.2	1.9	*0.7*	0.9	2.3	3.1	4.1	5.4	19.5	13.9	3.5	9.5
							b. Mittlere Zahl der Beobachtungstermine mit Nebel.									
Horns Riff	8.0	9.1	**10.0**	9.3	6.7	5.0	3.1	1.7	1.6	1.8	*0.9*	2.4				
Skagens Riff	**11.3**	8.6	10.7	7.5	4.3	2.4	1.5	*1.2*	3.3	4.4	5.1	7.1				
Laesö Trindel	**11.7**	11.2	8.9	5.3	1.8	1.4	0.5	*0.4*	2.8	3.6	4.4	7.5				
Laesö Rende	**14.9**	12.0	9.3	5.3	3.0	1.7	*1.0*	1.2	3.7	4.9	5.6	9.2				
Anholt Knob	**21.9**	16.3	13.9	7.0	2.0	1.3	*0.4*	0.6	3.3	6.3	7.5	12.1				
Schultz Grund	**19.0**	13.0	10.2	6.0	2.0	1.0	*0.4*	*0.4*	3.3	6.1	6.4	9.2				
Lappe Grund	**17.9**	11.3	11.0	5.4	1.9	1.4	*0.6*	1.4	4.4	9.0	7.9	11.7				
Gjedser Riff	**15.3**	13.0	9.8	8.4	5.3	2.8	*0.6*	0.9	4.1	6.1	8.1	10.1				
							c. Wahrscheinlichkeit einer Beobachtung mit Nebel. (Absolute Nebelwahrscheinlichkeit.)									
Horns Riff	.043	.054	.054	.052	.036	.028	.017	.009	.009	.010	.005	.013				
Skagens Riff	.061	.051	.058	.042	.023	.013	.008	.006	.018	.024	.028	.038				
Laesö Trindel	.063	.066	.048	.029	.010	.008	.003	.002	.016	.019	.024	.040				
Laesö Rende	.080	.071	.050	.029	.016	.009	.005	.006	.021	.026	.031	.049				
Anholt Knob	.118	.096	.075	.039	.011	.007	.002	.003	.018	.034	.042	.065				
Schultz Grund	.102	.080	.055	.033	.011	.006	.002	.002	.018	.033	.036	.049				
Lappe Grund	.096	.067	.059	.030	.010	.008	.003	.002	.024	.048	.044	.063				
Gjedser Riff	.082	.080	.053	.047	.028	.016	.003	.005	.023	.033	.045	.054				
							d. Dauer des Nebels in Stunden an einem Tage mit Nebel.									
Horns Riff	6.8	7.1	6.3	6.6	5.6	5.7	5.1	4.0	6.4	6.0	3.6	6.0				
Skagens Riff	6.7	6.6	6.4	6.5	4.9	3.8	3.0	4.0	5.7	6.7	5.8	5.9				
Laesö Trindel	6.2	7.7	6.5	5.6	4.2	4.3	4.0	4.0	5.3	6.2	5.7	6.3				
Laesö Rende	7.4	7.7	6.2	5.4	5.2	4.3	3.3	3.4	5.9	6.5	5.7	6.7				
Anholt Knob	8.7	8.1	7.4	6.2	4.4	4.7	3.2	3.0	6.0	7.4	7.0	8.3				
Schultz Grund	8.1	7.5	5.8	5.7	4.2	4.0	2.7	2.0	5.7	7.4	6.4	6.8				
Lappe Grund	7.4	6.2	6.6	5.5	3.5	4.0	2.4	3.7	6.3	6.7	5.9	6.9				
Gjedser Riff	8.3	7.8	6.8	7.0	6.6	5.9	3.4	4.0	7.1	7.8	7.8	7.5				

Alle dänischen Feuerschiffe, mit einziger Ausnahme von Horns Riff, zeigen hiernach die kontinentale Periode der Nebel mit einem Maximum im Winter und einem Minimum im Sommer, nur im Vergleich zur deutschen Küste etwas verspätet, so daß die Extreme statt auf den Anfang in die zweite Hälfte der betreffenden Jahreszeit fallen. Nur das am weitesten in die Nordsee vorgeschobene Feuerschiff auf Horns Riff zeigt, bei starker jährlicher Schwankung, das Maximum der Nebel im Frühling, das Minimum im Herbst, also auch einen Zwischentypus, aber entgegengesetzt dem von der Ostküste Englands.

[1]) Österr. Zeitschr. f. Meteorol. 1880, S. 362, und Meteorol. Zeitschr. 1885, S. 10. Ein etwaiger Einfluß der Tageszeit kann dabei durch Korrektionen in bekannter Weise berücksichtigt werden.

Die vieljährigen Beobachtungen auf den holländischen Feuerschiffen sind in sehr vielseitiger Weise in einer Abhandlung von J. P. van der Stok bearbeitet, deren numerischer Teil in drei Lieferungen (13a, b und c) der »Mededeelingen en Verhandelingen« des Königl. Niederländischen Meteorologischen Instituts unter dem Titel: »Das Klima des südöstlichen Teils der Nordsee unweit der Niederländischen Küste« erschienen ist (1912).

Tabelle 6. **Niederländische Feuerschiffe.**

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahre	Zahl der Jahre
A. Mittlere Anzahl der Tage mit Nebel.														
I. Terschellinger Bank	**6.2**	5.2	4.4	4.2	4.0	3.5	1.1	*0.8*	1.2	2.4	4.3	4.5	41.8	25
II. Leuchtschiff Haaks	**5.0**	**5.0**	4.5	3.5	4.0	4.1	1.6	*0.5*	1.3	1.5	2.8	3.0	36.8	20
III. « Maas	**8.6**	6.9	6.6	4.0	4.1	3.6	2.0	*1.2*	2.2	3.6	6.0	7.4	56.2	20
IV. « Schouwenbank	**8.4**	6.0	5.7	4.0	3.6	4.0	1.2	*0.6*	1.1	1.9	5.0	6.4	47.9	25
V. « Noord-Hinder 1884–1908	3.8	3.3	3.5	3.6	4.4	**5.4**	2.5	1.1	*0.9*	1.1	2.5	2.9	35.0	25
VI. « Noord-Hinder 1859–1883	3.6	3.9	3.1	**4.5**	3.0	3.7	2.0	1.7	*0.6*	1.5	1.2	3.8	32.6	25
B. Wahrscheinlichkeit einer Wache mit Nebel.														
I. Terschellinger Bank	.073	.073	.051	.052	.048	.042	.010	.007	.009	.020	.045	.049	.0396	25
II. Leuchtschiff Haaks	.063	.069	.047	.042	.047	.045	.013	.006	.011	.015	.034	.032	.0352	20
III. « Maas	.122	.084	.072	.045	.045	.044	.016	.009	.019	.037	.085	.104	.0562	20
IV. « Schouwenbank	.116	.074	.065	.041	.040	.045	.010	.004	.009	.018	.065	.093	.0477	25
V. « Noord-Hinder 1884–1908	.047	.045	.048	.036	.049	.065	.025	.013	.008	.007	.026	.035	.0336	25
VI. « Noord-Hinder 1859–1883	.039	.052	.038	.052	.030	.045	.019	.015	.005	.034	.014	.044	.0304	25
C. Mittlere Dauer des Nebels in Stunden an einem Tage mit Nebel.														
I. Terschellinger Bank	5.3	**5.8**	4.7	5.1	5.7	5.2	3.8	3.7	3.7	*3.2*	4.7	4.3	4.59	25
II. Leuchtschiff Haaks	**5.9**	5.3	4.1	5.0	5.1	4.5	*2.7*	4.7	3.4	3.9	4.8	4.3	4.72	20
III. « Maas	**7.1**	5.2	4.8	4.7	5.2	4.9	2.7	*2.6*	3.1	4.1	6.5	6.7	5.53	20
IV. « Schouwenbank	6.1	5.0	5.0	4.4	4.7	4.3	*2.6*	2.9	3.4	4.3	5.4	**6.9**	5.21	25
V. « Noord-Hinder 1884–1908	**5.7**	5.1	5.3	3.6	4.6	4.2	3.6	4.7	3.1	*2.9*	3.7	4.7	4.46	25
VI. « Noord-Hinder 1859–1883	4.9	**5.4**	5.3	5.2	4.0	5.0	3.6	3.9	*3.3*	4.7	3.7	5.1	4.78	25

In diesen Beobachtungen ist, anders als in den dänischen, am Ende jeder Wache nicht das Wetter des Moments, sondern das der ganzen Wache in Viertelstunden angegeben worden. Die Zahlen der Tabelle 6B sind also nicht vergleichbar mit jenen der Tabelle 5c, und die Stundenzahlen der Tabelle 6C sind auf ganz anderem Wege gewonnen als die der Tabelle 5d. Dennoch geben die Zahlen dieser letzteren Tabellen die mittlere Zahl der Nebelstunden an einem Nebeltag in beiden Gruppen in den Monaten Mai bis September annähernd gleich und in den übrigen Monaten auf den dänischen Schiffen nur um so viel größer an, als man es nach deren höherer Breite für den Winter auch erwarten kann — ein Zeichen für die Brauchbarkeit beider Methoden, von denen aber die auf den dänischen Schiffen angewandte die ungleich einfachere ist. Die Berechnung der Nebeldauer aus dessen Häufigkeit bei den Beobachtungsterminen ist aber nur statthaft, wenn bei diesen tatsächlich nur das angeschrieben wird, was zur Zeit des Termins wirklich statt hatte, nicht das, was seit dem letzten Termin in der Zwischenzeit vorgekommen ist. Im letzteren Falle würde die Methode viel zu große Zahlen geben. Eine Probe an den holländischen Zahlen zeigt dies sofort. Am Leuchtschiff Maas wurden durchschnittlich 311 Nebelstunden im Jahr beobachtet; das Jahr hat 8766 Stunden, $^{562}/_{10000}$ davon würden 508.4 Stunden geben, also im Verhältnis 1 : 1.63 zu viel. Am Leuchtschiff Noord-Hinder, alte Reihe, wurden durchschnittlich nur 157 Nebelstunden notiert, 8766 $\times$ 0.0304 gibt 266.5, also im Verhältnis 1 : 1.70 zu viel. Die Zahl der Wachen, während deren Nebel vorkam, ist eben naturgemäß größer als die Zahl der Fälle, wo er im Moment der Terminbeobachtung herrschte.

Die mittlere Zahl der Nebelstunden an einem Nebeltag an den schottischen Leuchttürmen findet man, wie oben schon erwähnt, in Buchans Aufsatz vom Jahre 1903.

Auf dem am weitesten nach Westen vorgeschobenen Feuerschiffe Noord-Hinder sind in beiden 25jährigen Beobachtungsreihen Nebel am seltensten im September, am häufigsten aber nach der neuen Reihe im Frühsommer, nach der älteren im Frühjahr. Die übrigen dem Lande näheren Feuerschiffe haben Nebel am häufigsten im Januar oder Februar, am seltensten im August, zeigen also kontinentale Verhältnisse, besonders das Leuchtschiff Maas, wo schon der November sehr nebelreich ist. Allgemein aber, auch auf Noord-Hinder, sind die Winternebel dauerhafter als die Sommernebel, denn auf einen Nebeltag kommen im Winter 5 bis 7, im Sommer nur etwa 3 Nebelstunden. Leider liegen von Kentish Knock keine Beobachtungen vor, welche die Grenze der Frühjahrsnebel nach Westen zu bestimmen gestatten würden.

Die Beobachtungen auf den Feuerschiffen lassen, da sie alle 4 Stunden angestellt werden, auch die tägliche Periode des Nebels erkennen. Allerdings muß man, da das Tageslicht auf die Beurteilung der Durchsichtigkeit der Luft großen Einfluß hat, im Urteil hier vorsichtig sein. Lichter in der Nacht sind viel sichtbarer als Gegenstände am Tage.

Da es sich hier nur um die Vergleichung der Tageszeiten untereinander handelt, mögen die vieljährigen Summen der Beobachtungen auf den dänischen, der Stunden auf den holländischen Feuerschiffen hier unverändert für die extremen Jahreszeiten Platz finden.

Alles zusammengenommen ist 8^h morgens die häufigste, 8^h abends die seltenste Zeit der Nebel; beide Zeiten jedoch im Winter größtenteils erheblich später als im Sommer.

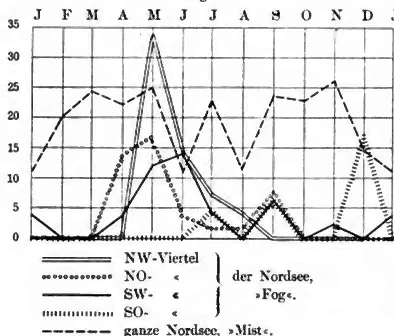
Tabelle 7. **Tägliche Periode der Nebel.**

	Feuerschiffe	Termin	4^h V	8^h V	12^h V	4^h N	8^h N	12^h N
Zahl der Beobachtungen	Horns Riff	Dez.—Febr.	90	98	**122**	112	83	*79*
		Juni—Aug.	63	**71**	43	*32*	38	48
	Skagens Riff	Dez.—Febr.	122	126	**130**	127	122	*106*
		Juni—Aug.	**47**	40	20	*8*	14	27
	Laesö Trindel	Dez.—Febr.	126	**153**	147	146	*117*	123
		Juni—Aug.	13	**19**	12	*5*	8	9
	Laesö Rinne	Dez.—Febr.	**178**	174	165	161	*135*	142
		Juni—Aug.	**43**	38	15	8	*3*	11
	Anholt Knob	Dez.—Febr.	**251**	241	217	203	*199*	201
		Juni—Aug.	15	**21**	17	6	*3*	7
	Schultz' Grund	Dez.—Febr.	**197**	195	193	168	*158*	178
		Juni—Aug.	16	**19**	14	4	*1*	2
	Lappe Grund	Dez.—Febr.	164	202	**204**	169	147	*135*
		Juni—Aug.	30	**42**	8	*1*	*1*	3
	Gjedser Riff	Dez.—Febr.	181	186	**195**	169	159	*141*
		Juni—Aug.	29	**43**	22	*11*	13	13
		Wache:	12 bis 4^h V	4 bis 8^h V	8 bis 12^h V	12 bis 4^h N	4 bis 8^h N	8 bis 12^h N
		Mittelzeit:	2^h V	6^h V	10^h V	2^h N	6^h N	10^h N
Zahl der Stunden	Terschellingerbank	Dez.—Febr.	315	364	**414**	375	297	*262*
		Juni—Aug.	119	**126**	104	*68*	95	116
	Haaks	Dez.—Febr.	218	212	**259**	243	230	*191*
		Juni—Aug.	78	**107**	90	*66*	73	72
	Maas	Dez.—Febr.	478	501	**623**	542	*441*	466
		Juni—Aug.	82	**139**	108	69	*57*	67
	Schouwenbank	Dez.—Febr.	*449*	516	**654**	575	477	472
		Juni—Aug.	92	**122**	118	80	*64*	70
	Noord-Hinder 1884 bis 1908	Dez.—Febr.	189	231	**290**	213	*186*	194
		Juni—Aug.	147	**207**	168	*118*	131	160
	Noord-Hinder 1859 bis 1883	Dez.—Febr.	237	227	**292**	278	221	*200*
		Juni—Aug.	162	164	**173**	117	*95*	97

Auf der offenen Nordsee scheinen die dichteren Nebel (f) sich anders zu verhalten als die leichteren Trübungen (m). Nachstehende Figur zeigt nach der meteorologischen Monatskarte des Londoner meteorologischen Amtes für den

Nordatlantischen Ozean April 1910 nach englischen Schiffsbeobachtungen den jährlichen Gang beider auf den vier Vierteln der Nordsee, 56° N-Br. und 4° O-Lg. als Trennungslinien genommen. Wieviel Beobachtungen zur Verfügung standen, ist nicht angegeben. Wie man sieht, zeigen die dichten Nebel (f) auf der westlichen Nordsee sehr ausgesprochen denselben jährlichen Gang wie auf den äußeren Küstenpunkten Schottlands und des westlichen Englands, während die Notierungen mit m — Dunst oder sehr leichtem Nebel — sich gleichmäßig über alle Monate verteilen. Es ist möglich, daß hiermit auch die Nebelarmut des Winters bei Noord-Hinder und Varne-Bank zusammenhängt, da beide Feuerschiffe wenig Nebel vermerkt haben und vielleicht nur dichte Nebel notierten. Aber die hier folgende Tabelle steht damit nicht im Einklang.

Fig. 2.



Für den Ost- und Westeingang des **Englischen Kanals** und das Meer N-lich von Schottland in 59 bis 60° N-Breite ergibt eine (handschriftliche) Zusammenstellung der Deutschen Seewarte keinen solchen durchgreifenden Unterschied im jährlichen Gange der f und m, wohl aber dessen stärkere Ausprägung bei den dichteren Nebeln.

Tabelle 8. % Nebel.

		Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Kanal, deutsche Schiffe.													
0° bis 6° Ost	f	7.2	2.7	**12.0**	4.7	3.3	1.3	4.3	2.7	2.0	*0.3*	1.3	4.3
	m	11.5	18.7	**23.7**	9.7	16.7	13.0	17.7	4.7	7.0	5.7	*4.0*	15.7
4° bis 10° West	f	1.3	1.7	3.3	1.3	**6.7**	4.3	5.0	2.7	2.0	1.7	0.3	*0.0*
	m	5.3	6.7	7.3	5.7	**11.7**	10.0	9.0	9.3	7.7	*2.3*	*2.3*	8.0
N-lich von Schottland, desgl.													
0° bis 10° West	f	*0.2*	5.6	3.2	2.2	2.2	11.4	**14.2**	9.8	2.0	3.2	4.0	*0.3*
	m	6.5	3.8	5.3	7.8	9.0	**13.6**	4.6	8.4	9.4	9.4	7.2	*2.1*

Die Aufzeichnungen des Varne-Feuerschiffs stehen mit diesen Zahlen in nicht recht zu lösendem Widerspruch.

In dem von der Seewarte bearbeiteten und vom Reichs-Marine-Amt kürzlich herausgegebenen Hefte »Nebel und Sturm in der Umgebung der Britischen Inseln« ist neben der Verarbeitung der Beobachtungen von den britischen Leuchttürmen der Versuch gemacht, für die befahrensten Meeresteile dieser Umgebung deutsche und englische Schiffsbeobachtungen zu einem möglichst gesicherten Bilde zu verbinden. Der Vergleich zeigte, daß die in den meteorologischen Karten des Londoner Amtes für diese Gewässer veröffentlichten Zahlen von m + f fast genau doppelt so groß sind wie die aus den deutschen Schiffsjournalen sich ergebenden (vgl. oben). Es wurden deshalb die englischen Zahlen, um sie auf die deutschen zu reduzieren, zunächst auf die Hälfte verkleinert und darauf das Mittel aus den deutschen und englischen genommen. Führt man, um die wahrscheinlichsten Zahlen zu erhalten, eine gewisse räumliche und zeitliche Ausgleichung an diesen Mitteln durch, so erhält man folgende Tabelle der prozentischen Häufigkeit der Wachen mit Nebel oder stark diesiger Luft auf dem Wege der deutschen Schiffe

durch den Kanal von 4° O- bis 10° W-Lg. Diese Zahlen dürften die räumliche und zeitliche Verteilung der Nebel ziemlich richtig darstellen, wenn sie auch, falls man nur die der wirklich der Schiffahrt hinderlichen Trübungen kennen will, zu hoch sein dürften.

Tabelle 9. **Hoofden und Englischer Kanal.** (Prozente.)

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
2° bis 4° Ost	16	21	**28**	26	21	18	15	11	9	*6*	8	14
0° « 2° «	22	26	**26**	20	25	25	22	14	11	*10*	11	16
0° » 2° West	12	**20**	18	19	19	**20**	19	10	*8*	11	11	9
2° « 4° «	10	12	15	13	17	**19**	18	12	9	8	*8*	8
4° « 6° «	7	10	13	14	**17**	15	14	13	15	7	*6*	8
6° « 8° «	7	9	10	13	**16**	15	12	10	8	*6*	*6*	8
8° « 10° «	7	8	10	12	**14**	**14**	12	10	7	5	*4*	7

In auffallendem Widerspruch mit London, das im Oktober und Dezember am stärksten von Nebel heimgesucht ist, hat also der Dampferweg zum Kanal zwischen 4° O und 0° Lg. im Oktober am wenigsten Nebel, und im Widerspruch mit dem Varne-Feuerschiff, aber in Übereinstimmung mit den Leuchttürmen von Beachy Head bis Dungeness fällt auf diesem Wegestück das Maximum der Nebelhäufigkeit auf den März. Dasjenige von 0 bis 2° W zeigt den Übergang zu den Frühsommernebeln des Westens, die von 2° W an herrschend sind.

Ostsee. Die an derselben Stelle wie die in Fig. 2 wiedergegebenen Nordseekurven mitgeteilten Kurven für die Ostsee verlaufen ganz unregelmäßig, offenbar wegen zu geringer Zahl der Beobachtungen. Eine ältere Untersuchung über die Nebel im Ostseegebiet von Paromenskij (Repertorium für Meteorologie, Bd. 8, 1883) zeigt für russische und finnische Landstationen ein ausgesprochenes Übergewicht der Herbst- und Winternebel, daneben an einigen Punkten ein zweites Maximum im Frühling. Neueres Material aber setzt uns in den Stand, mit aller Deutlichkeit auch hier zwischen den Frühjahrsnebeln der offenen Ostsee und den Spätjahrsnebeln auf den angrenzenden Festländern und kleineren Meeresteilen zu unterscheiden.

Es erschien zunächst interessant, zu prüfen, wie sich die Verhältnisse auf dem mitten in der Ostsee zwischen Rügen und Bornholm liegenden Adlergrund-Leuchtschiff gestalten, von dem die Beobachtungen seit 1892 auf der Seewarte handschriftlich vorliegen. Allerdings fehlen für die meisten Wintermonate die Aufzeichnungen, da das Schiff des Eises wegen nicht auf seiner Station war. Die Mittel aus den Jahrgängen 1892 bis 1909 stellen sich wie folgt:

Tabelle 10. **Feuerschiff Adlergrund.**

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
a) Tage mit Nebel . . .	3.5	1.4	3.2	**5.0**	4.1	2.3	0.9	*0.2*	1.9	2.1	1.5	1.3
b) Wachen mit Nebel . .	7.7	3.5	6.7	**10.6**	9.1	4.3	1.5	*0.5*	4.2	4.9	2.9	2.5
b/a	2.2	2.5	2.1	2.1	2.2	1.9	1.7	2.2	2.2	2.3	1.9	1.9
Zahl der Jahre	6	3 1/2	8 1/2	16	18	18	18	18	18	18	17	15

Adlergrund zeigt also ein ausgeprägtes Minimum der Nebelhäufigkeit im August und neben einem Hauptmaximum im April ein zweites im Januar. Die benachbarten dänischen Stationen auf Bornholm und auf dem jenseits von diesem fast ebenso frei wie unser Feuerschiff im Meere gelegenen Inselchen Christiansö definieren diese Verhältnisse noch etwas näher. Die Zahl der Tage mit Nebel stellt sich nach Mittelwerten, die auf der Seewarte aus den Angaben des Dänischen Meteorologischen Jahrbuchs abgeleitet sind, wie folgt:

Tabelle 11. **Bornholm und Umgebung.**

	m Höhe	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Jahrgänge	Winter	Frühl.	Somm.	Herbst
a) Außenorte:																			
Christiansö .	—	3.9	3.6	5.0	**5.9**	3.6	1.8	*0.6*	*0.6*	1.1	1.6	2.0	0.8	30.5	1884—1895	8.3	14.5	3.0	4.7
Hammershus	15	6.4	5.7	**7.1**	5.7	5.0	2.7	1.4	*0.9*	1.9	3.0	2.6	3.2	45.6	1884—1912	15.3	17.8	5.0	7.5
dgl. Feuer	80	6.7	6.8	8.2	**9.2**	7.9	1.2	0.7	*0.6*	2.0	2.8	2.6	4.4	53.1	1887—1895	17.9	25.3	2.5	7.4
b) Inneres:																			
Bodilsker . .	48	**4.9**	4.2	3.7	4.1	3.0	1.4	0.6	*0.3*	1.0	2.6	2.4	3.3	31.5	1884—1912	12.4	10.8	5.0	3.9
Almenningen	116	7.4	6.3	**8.2**	5.0	3.8	2.5	*1.6*	*1.6*	5.5	7.8	5.6	5.1	60.4	1894—1912	18.8	17.0	5.7	18.9

Das Augustminimum ist allen diesen Orten gemeinsam, der größte Nebelreichtum fällt aber auf dem Lande in den Winter, auf dem Wasser in den Frühling; Hammershus und Almenningen lassen diesen Unterschied zwar nicht erkennen, wohl aber die übrigen drei Stationen.

Schärfer als auf der kleinen Insel Bornholm ist der Gegensatz zwischen Landnebeln und Seenebeln in Schweden ausgeprägt. Für dieses Land finden wir interessante Angaben in der kleinen Schrift von Hamberg: Ofversikt af Sveriges Klimat (Upsala 1895). Landnebel und Seenebel, die im Schwedischen sogar verschiedene Namen tragen — ersterer wird dimma, letzterer tjocka genannt — zeigen an der Ostküste von 65° bis 56½° N-Br. eine deutlich verschiedene jahreszeitliche Verteilung, an der Süd- und Westküste aber nicht. Der Gegensatz stellt sich aber auch an der Ostküste anders als an den britischen Küsten, indem die Extreme hier früher fallen: die Maxima auf See schon in den Frühling, auf Land schon in den Herbst; vielleicht ist die Eisschmelze auf See und das frühe Auftreten einer Schneedecke auf Land an dieser Verschiebung schuld, die übrigens das Wesen des Gegensatzes nicht verändert, da auch hier sich der Nebel auf den relativ kälteren Oberflächen einstellt: auf dem rasch erkaltenden Lande im Herbst, auf dem lange kalt bleibenden Meere im Frühling. Tab. 12 zeigt uns diese Verhältnisse nach der genannten Quelle deutlich.

Tabelle 12. **Zahl der Tage mit Nebel in Schweden.**

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Winter	Frühl.	Somm.	Herbst	Jahr
a. Tage mit Nebel auf schwedischen Landstationen, 10 Jahre.																	
Jockmock	2.5	1.4	*0.5*	0.6	0.6	1.0	0.4	2.6	**4.9**	4.3	1.5	2.4	6.3	1.7	4.0	10.7	22.7
Haparanda	1.4	1.4	0.9	1.3	0.9	*0.6*	0.6	1.1	1.6	2.1	**2.3**	2.0	4.8	3.1	2.3	6.0	16.2
Hernösand	1.9	1.5	*1.4*	2.4	2.7	2.9	2.3	3.3	**4.6**	3.0	2.3	2.1	5.5	6.5	8.5	9.9	30.4
Falun	2.8	1.9	1.9	0.9	0.1	*0.0*	0.1	1.5	**4.8**	4.3	3.8	3.9	8.6	2.9	1.6	12.9	26.0
Upsala	6.2	5.0	3.8	6.2	*1.2*	2.8	4.2	7.8	**8.7**	8.5	6.3	5.5	16.7	11.2	14.8	23.5	66.2
Stockholm	7.2	6.7	4.8	**4.9**	1.5	1.6	*0.8*	2.0	**7.6**	6.9	**7.6**	7.2	21.1	11.2	4.4	22.1	58.8
Karlstad	**7.1**	3.8	4.3	2.6	0.6	0.2	*0.1*	0.5	2.3	2.9	4.8	4.0	14.9	7.5	0.8	10.0	33.2
Göteborg	**3.6**	3.1	2.3	0.7	0.2	0.0	*0.0*	0.0	0.5	1.1	2.6	2.6	9.3	3.2	0.0	4.2	16.7
Växjö	**5.8**	5.0	3.3	1.1	0.3	*0.0*	0.1	0.4	3.0	3.0	5.3	5.6	16.4	4.7	0.5	11.3	32.9
Lund	**7.1**	6.4	5.4	1.9	0.4	*0.1*	0.6	0.3	1.5	2.0	3.9	5.6	19.1	7.7	1.0	7.4	35.2
b. Tage mit Nebel auf See[1]) an schwedischen Leuchttürmen, 1880 bis 1893.																	
Bjuröklubb	*2.5*	3.5	3.4	2.8	**4.2**	2.4	3.2	3.4	3.6	4.1	2.6	2.7	8.7	10.4	9.0	10.3	38.4
Holmö Gadd (Quarken) .	*0.5*	2.1	1.9	3.2	**4.9**	3.2	4.0	3.0	2.2	2.4	1.1	0.9	3.5	10.0	10.2	5.7	29.4
Storjungfrun	*1.4*	2.6	3.1	**4.9**	4.2	3.9	3.5	3.0	3.9	3.5	2.5	1.5	5.5	12.2	10.4	9.9	38.0
Understen	*1.6*	3.4	3.5	4.5	**4.6**	3.1	3.3	3.1	2.8	2.8	2.1	2.4	7.4	12.6	9.5	7.7	37.2
Landsort	1.9	2.5	3.0	**4.2**	3.7	2.8	2.0	2.3	2.3	2.4	*1.4*	2.0	6.4	10.9	7.1	6.1	30.5
Hoborg (S-Spitze v. Gotld.)	6.1	6.9	6.4	**8.3**	6.8	4.8	5.2	*3.9*	4.4	6.4	6.9	5.9	18.9	21.5	13.9	17.7	72.6
Ystad	**8.6**	7.9	6.2	2.6	2.5	1.7	*0.9*	2.4	2.8	3.6	5.4	5.9	22.4	11.3	5.0	11.8	50.5
Vinga	**9.7**	8.6	8.3	3.2	3.0	1.9	*1.4*	2.3	2.2	3.6	6.3	7.9	26.2	14.5	5.6	12.1	58.4
Väderöbod	**7.1**	6.5	4.4	2.1	1.9	0.9	*0.4*	0.7	1.1	1.1	3.7	4.5	18.1	8.4	2.0	5.9	34.4

[1]) Überschrift bei Hamberg: tjocka. icke snötjocka.

Um das Ergebnis durch Hinzuziehung weiterer Beobachtungen zu ergänzen, sind nach dem schwedischen meteorologischen Jahrbuch für die Küste von Gefle bis Karlshamn die 13jährigen Mittel aus den Jahren 1900 bis 1912 gebildet worden und in Tabelle 13 zusammengestellt; von dieser Küste enthält die Tabelle 12 nur Stockholm. Der nebelreichste Monat in Ostschweden ist nach Tabelle 12 bald September, bald November, nach Tabelle 13 aber durchweg Oktober.

Tabelle 13. **Schweden 1900 bis 1912. Tage mit Nebel.**

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Wint.	Frühl.	Som.	Herbst	Jahr
Gefle	1.2	1.3	**2.4**	1.5	1.5	0.7	0.8	*0.6*	3.1	**3.2**	2.8	2.5	5.0	5.4	2.1	9.1	21.6
Stockholm . .	4.6	3.9	4.8	3.1	1.5	0.7	*0.4*	0.5	4.3	**6.1**	4.2	5.1	13.6	9.4	1.6	14.6	39.3
Nyköping . .	1.5	1.3	2.0	1.1	1.3	0.5	*0.5*	0.5	3.0	**3.5**	1.8	1.7	4.5	4.4	1.5	8.3	18.5
Vestervik . .	4.3	4.8	5.5	4.1	3.0	1.5	1.8	*1.1*	4.1	**7.6**	6.4	6.5	15.6	12.6	4.4	18.1	49.5
Wisby	1.4	2.2	**3.8**	2.4	3.3	2.1	2.1	*0.5*	1.7	**3.2**	1.0	2.3	5.9	9.5	4.7	5.9	25.8
Kalmar	3.0	4.0	5.1	3.0	1.7	*0.5*	0.7	1.2	3.8	**6.2**	4.0	5.4	12.4	9.8	2.4	14.0	38.4
Karlshamn . .	3.1	2.8	3.4	2.0	1.2	0.8	*0.7*	0.7	2.5	**4.9**	3.4	4.2	10.1	6.6	2.2	10.8	29.6

Da nunmehr auch das alte finnländische Beobachtungsnetz, das lange gezögert hat, die internationale Veröffentlichungsform durchzuführen, dieses seit einer Reihe von Jahren getan hat, so können wir das Bild auch nach dieser Seite vervollständigen. Tabelle 14 gibt die Zahl der Tage mit Nebel an den finnländischen Leuchttürmen bei den Ålands-Inseln und im Finnischen Meerbusen. Die älteren Zahlenreihen aus der oben erwähnten Arbeit von Paromensky sind hinzugefügt.

Die Leuchtfeuer bei den Ålands, von denen Bogskär (im Süden) am weitesten von jedem Lande liegt, zeigen das Frühlingsmaximum sehr entschieden. Von Hangö ostwärts zeigen sich Winter und Frühling annähernd gleich nebelreich, bis in Kronstadt wie in Schweden das Maximum in den Herbst rückt.

Tabelle 14. **Finnländische Leuchtfeuer, Tage mit Nebel.**

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Wint.	Frühl.	Som.	Herbst	Jahres-Summe	Jahrgänge
a. Umgebung der Ålands-Inseln.																		
Enskär-Leuchtt.	5.1	3.4	4.6	**6.7**	4.4	4.9	3.7	*0.9*	3.4	2.7	2.3	1.7	10.2	15.7	9.5	8.4	43.8	1901—1907
Skälskär- «	**7.6**	4.8	6.5	6.8	5.4	4.6	2.9	*1.4*	2.5	6.1	6.8	7.4	19.8	18.7	8.9	15.4	62.8	1870—1880
	5.0	3.5	5.1	**8.5**	6.0	6.7	4.8	*1.8*	3.9	6.4	4.6	5.4	13.9	19.6	13.3	14.9	61.7	1893—1907
Märket- «	4.1	2.3	5.4	**7.1**	4.7	6.9	6.3	*2.0*	4.0	4.7	2.1	*1.7*	8.1	17.2	15.2	10.8	51.3	1901—1907
Utö- «	3.1	3.2	4.3	**8.1**	6.2	5.3	3.4	*1.1*	2.9	3.8	1.9	1.8	8.1	18.6	9.8	8.6	45.1	1893—1907
Bogskär- «	6.7	6.8	8.3	**11.0**	8.0	7.1	7.0	*3.1*	4.9	8.7	4.5	6.3	19.8	27.3	17.2	18.1	82.4	1893—1907
b. Südküste von Finnland.																		
Hangö-Leuchtt.	**6.0**	3.5	3.8	2.3	2.2	1.1	*0.5*	0.8	*0.5*	1.2	2.6	3.6	13.1	8.3	2.4	4.3	28.1	1867—1880
	10.3	**11.6**	11.3	11.3	7.0	7.0	6.1	*3.4*	6.0	5.1	4.7	10.6	32.5	29.6	16.5	15.8	94.4	1901—1907
Porkala- «	6.0	4.6	5.7	**6.6**	4.6	4.1	3.7	*1.7*	4.1	3.7	1.9	5.0	15.6	16.9	9.5	9.7	51.7	1901—1907
Sveaborg- «	3.0	2.4	3.6	**4.9**	3.3	2.9	1.5	1.0	3.4	1.6	1.7	3.7	9.1	11.8	5.4	6.7	33.0	1835—1856
Söderskär- «	**4.4**	2.6	3.1	3.4	**4.2**	2.1	1.7	*1.4*	1.6	2.4	1.7	1.9	8.9	10.7	5.2	5.7	30.5	1866—1879
	7.1	5.6	7.3	**8.7**	5.6	6.0	3.4	*1.4*	4.4	5.3	1.6	4.9	17.6	21.6	10.8	11.3	61.3	1901—1907
Hogland- «	**9.0**	5.5	5.9	6.8	**8.9**	6.5	4.2	3.0	3.5	5.8	6.4	6.1	20.6	21.6	13.7	15.7	71.6	1865—1879

Nach dem Jahrbuch des Petersburger Zentral-Observatoriums ist endlich in Tabelle 15 die mittlere Zahl der Tage mit Nebel von 12 Orten der russisch-baltischen Küste aus den Jahrgängen 1899 bis 1908 abgeleitet und mit den älteren Reihen von Paromensky verglichen. Auch in diesen Zahlen tritt deutlich der Gegensatz zwischen den Frühjahrsnebeln der vorgeschobenen Küstenpunkte und den Herbst- und Winternebeln, die den weiter zurückgelegenen Punkten wohl mit dem anliegenden Festlande gemeinsam sind.

Tabelle 15. **Russisch-baltische Küste, Tage mit Nebel.**

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Wint.	Frühl.	Som.	Herbst	Jahr	Jahrgänge
a. Äußere Küste (westlich von 23½° O-Lg.).																		
Dagerort	9.5	9.2	9.1	**11.6**	8.4	8.4	6.6	4.6	6.0	7.1	6.1	7.4	26.1	**29.1**	19.6	*19.1*	93.9	1899—1908
Filsand	3.0	3.6	3.4	**7.3**	6.3	6.9	4.2	1.4	4.1	1.6	2.0	3.3	9.9	**17.0**	12.5	*7.7*	47.1	1899-04, 08
Zerel	4.7	4.1	5.8	**6.6**	6.0	5.1	3.6	3.3	*1.7*	2.9	2.5	3.1	11.9	**18.4**	12.0	*7.1*	49.4	1866—1881
	3.3	3.1	3.4	**5.1**	**5.1**	3.7	2.3	*1.1*	1.7	*1.1*	*1.1*	1.3	7.8	**13.6**	7.1	*3.9*	32.4	1899—1908
Messaragotsem.	2.8	2.5	3.8	**4.4**	4.1	3.1	*1.3*	2.2	2.4	3.4	2.8	2.8	8.1	**12.3**	*6.6*	8.6	35.6	1899—1908
Windau	2.5	1.7	2.5	**3.5**	**3.5**	3.1	2.1	*1.5*	2.1	3.0	3.4	2.7	6.9	**9.5**	*6.7*	8.5	31.6	1870—1880
	4.8	4.9	*4.6	6.2	**6.9**	5.5	4.3	*2.4*	5.1	6.2	4.8	5.5	15.2	**17.7**	*12.2*	16.1	51.2	1899—1908
Libau	3.8	3.6	**4.9**	4.6	**4.9**	3.8	3.0	*2.3*	2.6	4.1	3.1	4.5	11.9	**14.4**	*9.1*	9.8	45.2	1861—1880
	3.9	4.2	5.2	**5.7**	5.5	4.5	3.4	*1.8*	2.4	3.5	3.5	3.4	11.5	**16.4**	9.7	*9.4*	47.0	1899—1908
b. Innere Küste (östlich von 23½° O-Lg.).																		
St. Petersburg	**5.4**	4.3	3.7	3.4	2.0	*1.1*	1.4	3.0	4.4	5.0	4.5	3.5	13.2	9.1	*5.5*	**13.9**	41.7	1837—1880
Kronstadt	2.8	*2.0*	3.0	3.7	4.1	2.4	2.4	2.7	3.8	**4.9**	4.7	2.7	*7.5*	10.8	*7.5*	**13.4**	39.2	1844—1878
	1.3	1.2	*0.8*	2.6	1.8	1.6	1.7	1.9	4.1	**5.8**	4.6	1.8	*4.3*	5.2	5.2	**14.5**	29.2	1899—1908
Reval	2.2	1.8	2.4	2.3	2.6	1.3	*1.1*	1.5	**3.1**	2.2	2.7	2.7	6.7	7.3	*3.9*	**8.0**	25.9	1850—1879
	3.1	1.9	3.2	3.8	1.8	1.7	1.6	*0.9*	**5.3**	4.1	3.9	3.5	8.5	8.8	*4.2*	**13.3**	34.8	1899—1908
Surop	7.5	5.5	6.3	6.1	7.6	5.1	3.5	4.5	3.4	7.5	8.1	**8.5**	**21.5**	20.0	*13.1*	19.0	73.6	1867—1879
Packerort	**5.5**	3.7	4.3	5.2	5.2	4.7	4.3	*1.4*	4.0	4.2	3.2	4.1	13.3	**14.7**	*10.4*	11.4	49.8	1899—1908
Pernau	4.1	3.3	3.5	2.9	1.4	*0.6*	*0.6*	1.3	2.8	3.8	**4.1**	3.8	**11.2**	7.8	*2.5*	10.7	32.2	1887—1908
Riga	2.3	2.0	1.9	2.1	1.0	*0.3*	1.1	2.2	**4.7**	**4.7**	3.2	3.3	7.6	5.0	*3.6*	**12.6**	28.8	1851—1880
	4.2	3.7	**7.0**	5.4	1.3	1.0	*0.4*	1.8	4.8	6.4	5.8	5.8	13.7	13.7	*3.2*	**17.0**	47.6	1899—1908
Dünamünde	1.0	*0.5*	**3.3**	2.4	2.6	1.6	1.2	*0.6*	1.9	2.3	2.0	2.0	3.5	**8.3**	*3.4*	6.2	21.4	1866—1881
	0.4	0.6	1.3	0.9	0.6	*0.1*	0.4	0.4	0.9	0.7	**1.7**	1.4	2.4	2.8	*0.9*	**3.3**	9.4	1899—1906

Von der deutschen Küste liegt ein großes Beobachtungsmaterial in den Tagebüchern der Sturmwarnungsstellen der Seewarte vor. Diejenigen der Jahre 1895 bis 1915 von der Ostseeküste sind kürzlich auf der Seewarte in bezug auf die Nebelverhältnisse einer Bearbeitung unterzogen. Aus verschiedenen Ursachen fehlen der Jahrgang 1906 und an einigen Orten einzelne Monate. Die Zahlen der folgenden Tabelle beruhen aber sämtlich auf 18 bis 20jährigen Beobachtungen.

Tabelle 16. **Deutsche Ostseeküste. Zahl der Tage mit Nebel 1895 bis 1915.**

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Wint.	Frühl.	Som.	Herbst
Aarösund	**5.6**	3.8	3.9	1.8	0.7	*0.4*	0.8	0.5	2.0	3.2	2.7	3.5	12.9	6.4	1.7	7.9
Flensburg	**5.3**	4.1	3.9	1.0	0.4	0.0	*0.0*	0.3	1.9	5.2	5.0	4.2	13.6	5.3	0.3	12.1
Schleimünde	5.4	4.7	3.8	1.8	0.6	0.6	*0.2*	0.4	1.8	3.8	3.6	**5.5**	15.6	6.2	1.2	9.2
Friedrichsort	3.2	**3.5**	2.3	0.8	0.2	0.2	*0.1*	0.4	1.0	**3.5**	3.0	3.3	11.0	3.3	0.7	7.5
Marienleuchte	**6.4**	5.6	4.5	2.8	1.7	0.5	*0.4*	0.6	2.2	3.6	3.1	4.1	16.1	9.0	1.5	8.9
Travemünde	4.3	3.4	2.8	1.3	1.5	*0.7*	0.8	1.4	2.6	**4.4**	4.2	4.2	11.9	5.6	2.9	11.2
Wismar	4.3	4.3	2.9	1.3	0.6	*0.1*	0.2	0.3	1.8	5.2	**5.6**	4.9	13.5	4.8	0.6	12.6
Warnemünde	**4.2**	3.8	3.3	1.7	1.2	0.8	0.4	*0.3*	1.7	3.4	3.6	3.9	11.9	6.2	1.5	8.7
Darsserort	4.1	**4.8**	3.5	3.2	2.2	1.2	*0.3*	0.8	2.1	2.6	2.8	2.9	11.8	8.9	2.3	7.5
Stralsund	**5.9**	4.6	3.1	1.7	0.9	0.3	*0.1*	0.3	1.9	3.8	5.0	5.3	15.8	5.7	0.7	10.7
Wittower Posth.	**6.5**	5.8	4.7	2.9	1.8	1.2	0.6	*0.4*	1.8	3.0	4.4	5.9	18.2	9.4	2.2	9.2
Arkona	**6.6**	6.2	6.0	4.2	3.2	2.0	*0.8*	0.8	2.2	3.2	4.1	5.7	18.5	13.4	3.6	9.5
Thiessow	**5.5**	4.6	3.9	2.8	1.8	1.0	*0.4*	0.4	1.5	3.8	4.6	5.4	15.5	8.5	1.8	9.9
Greifswalder Oie	**3.8**	3.0	3.4	1.8	1.2	0.6	0.3	*0.2*	1.4	2.8	2.4	3.4	10.2	6.4	1.1	6.6
Ahlbeck	3.3	2.3	2.1	1.2	0.8	0.3	*0.2*	0.2	1.2	3.2	4.0	**4.7**	10.3	4.1	0.7	8.4
Swinemünde	3.3	2.4	2.6	1.8	1.2	0.6	*0.3*	0.8	1.6	3.7	**4.2**	4.1	9.8	5.6	1.7	9.5
Kolberg	**3.6**	2.6	3.0	2.0	2.2	2.1	1.2	*0.6*	1.5	2.9	2.6	2.9	9.1	7.2	3.9	7.0
Rügenwaldermünde	**3.7**	3.5	3.3	3.2	**3.7**	3.1	2.0	*0.5*	2.1	2.3	2.3	2.8	10.0	10.2	5.6	6.7
Stolpmünde	**3.3**	2.7	2.8	2.2	2.3	1.9	1.4	*0.3*	1.3	1.7	2.6	3.2	9.2	7.3	3.6	5.6
Leba	1.7	1.2	**2.7**	2.2	2.1	1.4	0.5	*0.4*	1.0	1.4	1.4	1.5	4.4	7.0	2.3	3.8
Rixhöft	2.7	2.2	3.3	3.3	**4.0**	2.5	1.3	*1.0*	1.0	2.0	1.7	3.1	8.0	10.6	4.8	4.7
Hela	2.4	2.1	**2.8**	2.6	2.2	1.4	1.0	*0.7*	0.9	2.2	1.6	2.4	6.9	7.6	3.1	4.7
Neufahrwasser	1.9	1.7	2.8	1.8	2.0	1.0	0.6	*0.5*	1.3	3.5	2.8	**3.6**	7.2	6.6	2.1	7.6
Pillau	2.2	2.1	**3.3**	2.1	1.6	1.6	*0.3*	0.5	0.7	2.1	2.2	3.2	7.5	7.0	2.4	5.0
Brüsterort	3.7	3.1	**5.4**	3.3	3.0	2.6	0.6	*0.5*	1.1	2.6	2.8	4.1	10.9	11.7	3.7	6.5
Memel	3.1	2.7	**4.1**	2.7	2.3	1.5	0.6	*0.5*	1.2	2.3	2.5	3.9	9.7	9.1	2.6	6.0

Man erkennt aus Tabelle 16, daß auch an der deutschen Küste wenigstens eine kleinere Strecke, von Rügenwaldermünde bis Hela und hinüber nach

Brüsterort, durch das Übergewicht der Frühjahrsnebel über die des Winters die Anwesenheit der Seenebel zeigt, die für die offene Ostsee offenbar kennzeichnend sind. Tabelle 17 zeigt in der ersten Zeile den Mittelwert dieser 6 Stationen, in den folgenden den Übergang zu den ausgesprochenen Winternebeln des benachbarten Festlandes; einen Übergang, der sich hier weniger schroff als in Großbritannien und Schweden vollzieht und in diesen Reihen sich besonders durch das stetige Zurücktreten des Frühjahrs hinter den Herbst verfolgen läßt.

Tabelle 17. **Übergang von den Frühlings- zu den Spätjahrsnebeln.**

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Wint.	Frühl.	Som.	Herbst
1. Rügenwaldermünde bis Brüsterort	2.9	2.5	**3.4**	2.8	2.9	2.2	1.0	*0.6*	1.2	2.0	2.1	2.8	8.2	9.1	3.8	5.3
2. Kolberg und Pillau	2.9	2.4	**3.2**	2.0	1.9	1.8	0.8	*0.6*	1.1	2.5	2.4	3.0	8.3	7.1	3.2	6.0
3. Arkona und Memel	4.8	4.5	**5.0**	3.4	2.8	1.8	0.7	*0.6*	1.7	2.8	3.3	4.8	14.1	11.2	3.1	7.8
4. Thiessow und Greifswalder Oie	**4.6**	3.8	3.6	2.3	1.5	0.8	0.4	*0.3*	1.4	3.3	3.5	4.4	12.8	7.4	1.5	8.2
5. Swinemünde und Neufahrwasser	2.6	2.0	2.7	1.8	1.6	0.8	*0.4*	0.6	1.4	3.6	3.5	**3.8**	8.5	6.1	1.9	8.5
6. Stralsund und Wismar	5.1	4.5	3.0	1.5	0.8	0.2	*0.1*	0.3	1.8	4.5	**5.3**	5.1	14.7	5.3	0.6	9.7

Die nebenstehende Karte der nebelreichsten Jahreszeit (Fig. 3) läßt die gewonnenen Ergebnisse für NW-Europa überblicken. Sie zeigt uns, wie scharf die jährliche Verteilung der Nebel an Land und Wasser gebunden ist[1]). Das Binnenland nicht nur, sondern auch alle tief ins Land schneidenden Gewässer zeigen eine entgegengesetzte jährliche Periode des Nebels, als freie, dem Meere ausgesetzte Küstenpunkte. Auf den letzteren sind Frühling und Sommer, auf den ersteren Herbst und Winter die nebelreichen Jahreszeiten. Einige Beispiele von den Küsten Großbritanniens und Schwedens mögen zeigen, wie scharf diese Grenze ist.

Fig. 3.



Tabelle 18. **Grenzorte der Gebiete in Großbritannien und Schweden.**

Küste	Orte	Abstand	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Firth of Forth	Fidra	22 km	21	11	4	12	39	**44**	21	10	23	16	21	6
	Inchkeith		40	37	7	21	46	52	24	19	31	39	**60**	53
Moray Firth	Nairn	14 km	6	1	5	7	6	**16**	7	8	14	2	3	2
	Chanonry		8	4	0	2	17	8	10	7	11	10	18	**23**
Firth of Clide	Pladda	12 km	4	5	6	3	2	**9**	5	3	8	4	3	5
	Lamlash		15	**17**	5	3	3	8	3	5	14	14	14	15
Solent u. Ins. Wight[2])	Nab	21 km	30	30	35	19	20	18	12	6	21	23	**44**	**44**
	St. Catherine		8	21	19	15	18	**27**	25	10	6	*5*	12	6
	Needles		36	42	33	20	23	26	23	*14*	15	21	**49**	45
	Hurst Pt.		13	22	21	13	10	9	9	*7*	8	10	**23**	**23**
Mittelschweden	3 Außenorte	40 km	*1.6*	2.8	3.2	**4.5**	4.2	3.2	2.9	2.8	3.0	2.9	2.0	2.0
	3 Binnenorte		2.4	2.2	3.1	1.9	1.4	0.6	0.6	*0.5*	3.5	**4.3**	2.9	3.1

[1]) Mit Recht bemerkt ja Al. Buchan von den Sommernebeln der schottischen Leuchttürme, daß sie sich weit auf See hinaus, dagegen nur eine kurze Strecke landeinwärts erstrecken.

[2]) St. Catherine Point ist die Südspitze der Insel Wight.

So scharfe Grenzen finden wir in der Klimatologie, außer im Gebirge, sehr selten.

Von Mittelschweden sind die Zahlen Mittelwerte der Zahl der Nebeltage, für die Außenreihe von Storjungfrun, Understen und Landsort, für die Innenreihe von Gefle, Stockholm und Nykjöbing. Der mittlere Abstand beider Reihen voneinander beträgt 40 km.

Daß zwischen den Seenebeln der Ostsee und jenen der Nordsee und des Ozeans auf der Strecke von Bornholm bis zur Südspitze Norwegens die Nebel auf dem Wasser ebenso wie auf dem Lande in der kalten Jahreszeit weitaus häufiger sind als im Spätfrühling und Sommer, scheint unmittelbar von der Engigkeit dieser Gewässer bedingt zu sein. Die Beobachtungen der dänischen Feuerschiffe zeigen diese Tatsache unverkennbar; auf kleinerem Raume sehen wir ganz dasselbe an den englischen und holländischen Feuerschiffen im östlichen Teile des Kanals und den Hoofden. In bezug auf die Nebelverhältnisse erscheint also die Ostsee als großer See und Großbritannien als Halbinsel.

Im Nordwesten können wir dieses Bild durch die dänischen Kolonien und durch die deutschen Herrnhuter-Missionen in Labrador ergänzen. Sie zeigen alle dasselbe sommerliche Maximum der Nebel wie die Küsten Schottlands und Norwegens, nur noch weiter nach der Mitte des Sommers verschoben, außer Rama, das am geschlossensten, im Fjord zwischen hohen Bergen liegt. Nach der Abhandlung von Willaume-Jantzen, die als Beilage dem Jahrbuch des Dänischen Instituts von 1895 (2. Band) beigegeben ist, und der Meteorologischen Zeitschrift Jahrg. 1896, habe ich die Tabelle 19 der Zahl der Tage mit Nebel zusammengestellt.

Tabelle 19. **Faröer, Island und Grönland.**

		Zahl d. Jahre	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Thorshavn, Faröer . . .		25	1	1	1	3	6	9	**11**	9	5	3	1	1	51
Berufjord .	Island	23	15	15	15	17	20	22	**24**	21	19	16	14	14	212
Grimsey . .	Island	22	1	1	2	4	7	9	**13**	9	4	2	1	0.4	53
Westmannö	Island	18	3	2	2	5	5	**8**	7	6	6	4	2	2	52
Stykkisholm	Island	22	0.3	0.3	0.3	0.8	1.5	1.5	**1.6**	1.0	0.7	0.3	0.3	0.4	9
Ivigtut . . .	Grönland	16	0.4	0.2	0.7	2	2	5	6	**8**	3	1	0.5	0.4	29
Godthaab .	Grönland	22	1	1	1	3	6	10	**12**	**12**	6	2	1	0.4	55
Upernivik .	Grönland	21	2	3	3	5	6	9	**10**	6	1	2	2	2	51
Rama. . . .	Labrador	7	2.8	3.2	7.3	10.5	**11.7**	5.5	8.0	6.5	4.7	3.3	1.0	1.9	66
Hebron . .	Labrador	7	0.0	0.0	0.2	0.0	0.7	1.3	**3.0**	2.2	0.3	0.3	0.0	0.0	8
Nain	Labrador	7	0.0	0.0	0.0	0.5	2.5	1.7	**6.0**	3.5	1.3	0.6	0.0	0.3	16
Zoar	Labrador	7	0.0	1.0	1.0	1.5	4.5	2.5	**8.2**	3.7	1.0	1.2	0.1	0.0	25

In extremster Ausbildung finden wir diesen jährlichen Gang der Nebel auf dem Polarmeer. Die dreijährige Trift der »Fram« ergab in 80° bis 85° N-Br. die folgende Verteilung der Tage mit Nebel über das Jahr:

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
0.0	0.0	1.7	0.7	2.0	10.3	20.3	16.0	10.0	4.5	1.0	0.0	66.5

Trotz der Geringfügigkeit der täglichen Temperaturschwankung waren diese Nebel größtenteils auf die Stunden 8h N bis 2h V beschränkt.

Über Norddeutschland habe ich bereits oben gesprochen. Ich übergehe das übrige kontinentale Europa, wo im Flachlande ziemlich einförmig überall die Nebel im Herbst und Winter am häufigsten, im Frühling und Sommer am seltensten sind[1]), und wende mich den Südküsten unseres Festlandes zu.

Die eigenartigen Frühlings- und Sommernebel sind auch für einige Küsten des südlichen Europas charakteristisch. Persönlich kenne ich sie aus meiner

[1]) Im Gebirge herrschen verwickeltere, durch die Hebung der Luft an geneigten Flächen beherrschte Verhältnisse. Für die Schweiz sind diese von G. Streun in den Annalen der Schweiz. Met. Zentralanstalt 1899 dargestellt.

Jugend von der Südostküste der Krim, wo sie in 50 m Höhe über dem Meere sehr dicht sein können, während 50 m höher strahlender Sonnenschein herrscht. Sie entstehen auf dem Meere und werden vom Seewind an die gebirgige Küste getrieben.

Im offenen Teile des Schwarzen Meeres treten nach den Beobachtungen auf den Dampfern der Russischen Dampfschiffahrtsgesellschaft Nebel am häufigsten im April und Mai auf, gewöhnlich bei stillem Wetter; sie sind dicht, aber von kurzer Dauer. Auch die offen liegenden Küstenpunkte von der Westspitze der Krim bis nach Sotschi im Kaukasus haben die häufigsten Nebel im Mai oder Ende April, ebenso Sinop; die kolchische Küste von Suchum bis Trapezunt dagegen früher, im März oder April; Büjük-Dere, Burgas und Varna im März oder April und im Oktober. Dagegen bringen an den Orten im Nordwesten von Constantza bis Tendra und auf jenen am Asowschen Meere sowie auch in der Straße von Kertsch die Wintermonate, die in den bis jetzt besprochenen Gegenden nebelarm sind, am häufigsten Nebel. Die nebelreiche Zeit ist hier Oktober bis April, seltener bis Mai.

Als das deutsche Segelhandbuch für das Schwarze Meer erschien, fehlte es noch an Angaben über die Nebelverhältnisse der rumänischen und bulgarischen Küste. Es mögen deshalb hier Mittelwerte für einige Orte Platz finden, nämlich Varna und Burgas 1899 bis 1911, Constantza 1885 bis 1900 und Sulina 1876 bis 1900 nach den Jahrbüchern der betreffenden Institute, dazu Braila 1879 bis 1898 nach einer besonderen Veröffentlichung über dessen Klima von Hepites.

Tabelle 20. **Westküste des Schwarzen Meers.**

	Zahl d. Jahre	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Burgas	12	3.3	3.4	**4.6**	2.1	2.3	1.0	0.6	*0.4*	2.3	**4.8**	3.3	3.3
Varna	12	3.1	3.8	**4.8**	2.7	1.4	*0.4*	0.6	0.8	2.6	3.9	3.5	4.1
Constantza	15½	**4.7**	3.7	**4.7**	2.3	3.3	*0.5*	0.9	0.6	1.1	2.2	2.4	4.1
Sulina	25	3.6	2.4	2.8	1.5	1.1	*0.2*	*0.2*	0.8	1.6	2.9	2.8	**3.7**
Braila	20	6.6	5.3	3.2	1.1	0.5	*0.1*	*0.1*	0.6	1.7	4.6	6.9	**8.5**

Vom Adriatischen Meere liegen Mittelwerte der Nebelhäufigkeit meines Wissens nur für die kleine Insel Pelagosa vor (Met. Zeitschr. 1908, S. 365). Die 13jährige Beobachtungsreihe 1894 bis 1907 hat folgende Zahl der Tage mit Nebel ergeben, mit Maxima im Februar und Mai. Die entsprechenden Zahlen im sechsjährigen Mittel von Kairo mögen ihnen entgegengestellt sein.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Pelagosa	1.6	**3.4**	2.4	2.2	**3.4**	1.7	2.0	1.7	2.7	2.5	*1.3*	1.5	26.4
Kairo (Abassia)	5.2	5.5	2.5	0.5	0.2	*0.0*	*0.0*	0.2	2.7	3.2	4.3	**6.5**	30.8

Über Nebel am Mittelmeer ist sehr wenig bekannt, das Wenige entnehmen wir den Segelhandbüchern. Sie sind dort recht selten; in Athen werden sogar nur 1 bis 3 Tage mit Nebel im Jahr gezählt, an der algerischen Küste allerdings 13 bis 14, wovon die Hälfte auf den Sommer, der Rest auf Frühling und Herbst fallen. Auch von den übrigen Küsten werden Nebel aus den Wintermonaten nicht erwähnt. Als bevorzugte Zeit ihres Auftretens wird für die Straße von Gibraltar besonders der Juni (im westlichen Teil, mit Winden vom Ozean, naß, aber kurzdauernd), in der Straße von Bonifacio »und an andern Küsten des nördlichen Mittelmeeres« der Mai, in den Vormittagsstunden, an der syrischen Küste der April, »zur Zeit der heißen Winde«, vormittags. Von Kleinasien und Syrien wird trockener Dunst als im Sommer häufig angegeben. Ob aber die nächtlichen Nebel an den Küsten, vor denen gewarnt wird, weil sie die Leuchtfeuer verdecken (während am Schiffe selbst kein Nebel ist) und daher Irrtümer veranlassen, nicht doch vorwiegend in der kälteren Jahreszeit auftreten, ist nicht gesagt.

Die Nebelverhältnisse des Nordatlantischen Ozeans sind bereits in der zweiten Auflage des Atlas der Seewarte für diesen Ozean und im Jahrgang 1897 der Annalen der Hydr. u. Mar. Met. (S. 390) dargestellt worden. Wir wollen sie hier übergehen, weil sie demnächst von andrer Seite in Zusammenfassung mit andern Teilen des Weltmeeres behandelt werden sollen. Ich erinnere nur daran, daß die berüchtigten Neufundland-Nebel ebenso wie die Seenebel an den Westküsten von Europa ihre größte Entwicklung im Juni, ihre geringste im November und Dezember haben.

Dagegen wollen wir zum Schluß nach Analogien zu dem in Westeuropa Gefundenen im reichen Beobachtungsmaterial aus Nordamerika und Japan Ausschau halten. Für die Vereinigten Staaten mußten dazu, weil mehrjährige Mittel von diesem Element meines Wissens dort nicht veröffentlicht sind, die Werte aus den Jahrbüchern genommen werden. Da deren Übersichten aber gleichförmig nach internationalem Muster angeordnet sind, so war die Ausschrift von 10 oder 20 Jahrgängen, 1891 bis 1910, keine allzugroße Arbeit. Aus dem japanischen Netze konnten fünfjährige Mittel von 118 Stationen aus einer Veröffentlichung des Observatoriums von Tokio benutzt werden.

Für die Vereinigten Staaten wurde so verfahren, daß zunächst die 10 Jahrgänge 1891 und 1893 bis 1901 — von 1892 fehlen die Angaben im Annual Report — von den interessant erscheinenden Stationen ausgeschrieben wurden und dann diese Angaben durch das Jahrzehnt 1902 bis 1911 teils von denselben Stationen, teils von andern ergänzt wurden, um das Bild zu sichern und zu vervollständigen. In der folgenden Tabelle bedeutet I das ältere, II das neuere Jahrzehnt.

Tabelle 21. **Vereinigte Staaten von Nordamerika. Tage mit Nebel.**

		Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1. Äußere Ostküste.														
Eastport, Me.	I	4.4	3.2	5.7	4.0	7.5	9.6	**10.7**	10.5	6.5	4.7	4.7	*2.5*	76.0
Portland, Me.	I	1.3	*1.1*	2.2	1.9	3.8	2.4	4.1	**4.8**	3.4	3.1	2.0	1.6	31.7
	II	2.1	*0.7*	1.6	2.8	2.7	2.4	3.6	**4.0**	3.8	2.0	2.8	0.9	29.4
Vineyard Haven, Mass.	I	2.3	2.0	3.1	3.3	3.9	**5.6**	3.4	2.9	2.4	2.3	1.4	*1.3*	35.6
Nantucket, Mass.	I	3.2	2.6	4.6	4.8	7.1	6.9	**8.1**	6.7	4.9	3.9	2.1	*1.9*	58.0
	II	5.4	4.4	5.9	6.2	11.7	11.2	**12.4**	9.1	8.4	2.7	2.9	*2.1*	91.4
Naragansett, R. J.	I	0.9	*0.3*	1.6	1.2	2.7	**3.2**	2.8	1.2	0.6	1.6	1.0	0.9	17.9
Block Island, R. J.	I	2.4	2.1	4.3	3.6	6.4	**7.1**	6.8	5.0	3.3	2.4	3.1	*1.4*	46.7
Kap Henry, Va.	I	2.6	**3.6**	**3.6**	2.4	3.2	0.9	*0.2*	0.3	0.5	1.1	0.7	2.1	22.0
Hatteras, N. C.	I	1.3	**2.3**	1.4	0.9	0.6	0.2	0.1	*0.0*	0.1	0.5	1.0	1.2	9.6
	II	2.4	**2.8**	2.7	0.6	0.5	0.1	0.0	*0.0*	0.0	0.5	0.7	1.2	11.6
Charleston, S. C.	I	**4.5**	4.3	2.8	0.4	0.9	0.2	*0.0*	0.2	1.5	2.2	3.4	4.3	24.7
Savannah, Ga.	I	**2.6**	1.9	2.0	0.4	0.5	0.1	*0.1*	0.2	0.9	0.8	2.3	0.8	12.7
2. Innere Ostküste und deren Hinterland.														
Boston, Mass.	I	1.0	*0.4*	1.3	0.8	*0.4*	0.6	0.7	1.0	1.3	1.4	1.4	**1.5**	11.8
	II	1.0	0.3	0.4	0.3	*0.1*	0.6	0.4	1.0	**1.3**	0.8	0.8	0.9	7.9
New Haven, Conn.	I	2.0	2.2	**2.6**	1.4	1.5	1.5	1.1	0.9	*0.7*	2.4	2.0	2.2	20.5
	II	**1.8**	0.9	**1.8**	0.4	0.4	0.4	*0.3*	0.3	0.8	0.3	0.9	1.3	9.6
New York, N. Y.	I	4.3	4.6	**6.0**	3.3	4.1	2.6	*2.1*	2.2	2.9	3.3	5.0	4.3	45.0
	II	**3.0**	0.9	1.5	1.2	1.9	0.3	*0.1*	0.1	1.0	0.7	1.3	1.6	13.6
Philadelphia, Pa.	I	1.8	1.4	1.4	0.4	*0.1*	0.2	0.6	0.7	0.8	**2.6**	1.2	2.2	14.1
Baltimore, Md.	I	1.9	1.2	0.9	0.4	0.3	0.1	*0.0*	0.2	0.3	1.9	2.3	**3.7**	13.2
Washington, D. C.	II	2.0	1.4	1.0	0.5	0.3	0.4	*0.2*	0.5	1.1	1.5	**2.2**	1.3	12.4
Augusta, Ga.	I	3.1	1.4	1.0	0.2	0.4	*0.0*	0.1	0.2	0.9	1.1	**3.2**	2.1	13.7
Atlanta, Ga.	I	2.3	2.6	1.7	0.2	0.1	*0.0*	0.0	0.3	0.3	0.1	1.8	**3.0**	11.4
3. Südküste der Vereinigten Staaten.														
Key West, Fla.	I	**0.7**	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1
Mobile, Ala.	I	**3.6**	2.8	**3.1**	1.2	0.4	0.1	*0.0*	0.0	0.3	0.6	**1.5**	2.5	16.1
New Orleans, La.	I	**3.2**	2.9	3.1	1.6	0.1	0.0	*0.0*	0.0	0.0	0.7	2.1	2.3	16.0
Galveston, Tex.	I	4.9	4.3	**5.4**	1.2	0.0	0.0	*0.0*	0.0	0.0	0.2	1.6	2.7	20.3
	II	**6.5**	4.5	6.0	0.9	0.2	0.0	*0.0*	0.0	0.0	0.7	1.6	2.3	22.7
Corpus Christi, Tex.	I	2.0	**2.2**	1.4	0.6	0.0	0.0	*0.0*	0.0	0.0	0.6	1.9	1.9	10.9

		Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
4. Hinterland von Galveston.														
San Antonio, Tex.	I	**4.1**	2.9	2.6	1.0	0.7	0.1	*0.1*	0.2	0.2	1.5	3.2	2.5	19.1
Amarillo, Tex.	I	**1.1**	0.8	0.8	0.6	0.4	0.2	*0.2*	0.3	0.4	0.4	0.6	0.7	6.8
5. Ufer der Großen Seen.														
Buffalo, N. Y.	I	1.6	1.1	**2.1**	**2.1**	1.8	0.4	0.4	*0.3*	0.4	0.9	0.6	2.0	13.7
	II	2.2	1.8	**2.6**	**2.6**	2.3	1.4	*0.2*	*0.2*	0.5	0.7	0.8	0.9	15.7
Erie, Pa.	I	0.6	0.3	0.5	**0.9**	0.7	0.3	*0.0*	*0.0*	0.3	0.1	0.2	0.4	4.3
Cleveland, Oh.	II	1.0	1.4	**2.0**	0.8	0.1	0.1	*0.1*	0.1	0.3	0.4	0.5	0.5	7.3
Grand Haven, Mich.	I	**2.0**	1.6	1.4	1.2	1.8	1.4	*0.6*	1.2	1.1	1.9	1.8	1.4	17.4
Chicago, Ill.	I	**3.0**	1.5	1.7	1.3	1.1	1.7	*0.0*	0.6	2.0	2.4	2.9	2.7	20.9
Milwaukee, Wis.	I	1.4	0.8	1.5	1.9	**2.1**	1.2	*0.4*	0.6	1.5	**2.1**	1.4	1.0	16.3
	II	1.7	1.0	1.6	1.4	**2.5**	1.2	0.6	*0.2*	1.9	0.9	1.4	1.4	15.8
Escanaba, Mich.	I	2.2	*0.9*	**2.5**	2.1	2.3	1.2	*0.9*	1.3	2.3	1.8	1.0	0.8	19.3
Sault Ste. Marie, Mich.	I	2.3	2.7	2.0	1.6	*1.2*	1.7	1.5	**3.8**	3.4	3.4	1.6	1.9	27.1
	II	2.0	1.6	1.6	*0.2*	0.3	0.2	0.7	0.5	1.3	**2.3**	1.1	0.4	12.2
Duluth, Min.	I	0.3	*0.2*	0.3	2.1	3.0	**3.1**	1.5	1.7	0.4	0.8	0.7	*0.2*	14.5
	II	1.3	*1.0*	2.3	2.4	5.7	**5.9**	3.4	3.5	3.0	1.6	2.2	*1.0*	33.3
6. Westküste.														
Tatoosh Isl., Wash.	I	0.7	*0.3*	0.5	1.7	3.5	3.7	8.6	**12.3**	8.7	7.7	1.7	1.5	50.9
	II	1.1	*0.3*	2.1	0.9	3.3	6.2	10.8	**14.0**	11.4	6.0	1.6	0.8	58.6
Neah Bay, Wash.	I	0.0	*0.0*	*0.0*	0.0	0.7	0.0	1.8	5.8	**6.5**	2.8	0.0	0.5	18.1
Eureka, Cal.	I	5.9	2.6	2.8	*1.4*	2.8	2.4	6.5	9.0	8.1	**9.8**	5.4	2.9	58.6
San Francisco, Cal.	I	1.8	1.7	1.2	0.6	0.4	*0.1*	1.7	**3.3**	1.9	2.7	**3.2**	1.7	20.3
	II	2.6	2.7	0.9	*0.4*	0.6	1.1	2.6	2.5	2.1	2.6	**2.9**	1.8	22.9
San Luis Obispo, Cal.	I	*1.1*	2.3	2.6	*1.1*	3.3	**5.9**	2.6	1.8	3.0	4.0	3.4	1.2	32.3
	II	1.9	1.9	2.8	3.8	5.4	5.0	**6.5**	5.8	6.3	6.2	4.2	*1.0*	50.4
Los Angeles, Cal.	I	0.9	0.8	2.0	3.3	2.7	4.7	**6.6**	5.3	3.8	3.3	2.3	*0.7*	36.5
San Diego, Cal.	I	2.3	1.7	1.1	1.8	*0.3*	0.7	0.8	0.6	2.7	**3.8**	3.6	1.1	20.5
	II	2.1	2.5	1.1	1.7	*0.6*	1.3	1.5	1.4	2.1	**5.0**	2.1	0.9	22.3
7. Hinterland der Westküste.														
Seattle, Wash.	I	2.8	0.9	2.0	0.5	0.4	*0.2*	0.3	2.3	4.8	**6.1**	3.1	3.1	
	II	1.8	3.1	3.5	1.6	0.2	*0.2*	0.3	1.6	4.9	**7.6**	5.0	4.7	34.5
Roseburg, Or.	I	8.8	4.2	3.1	0.9	1.2	0.5	0.1	*0.0*	3.5	**10.7**	8.4	**9.7**	51.3
Red Bluff, Cal.	I	**6.0**	0.6	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0	*0.0*	0.0	0.0	1.0	5.0	12.1
Sacramento, Cal.	I	8.6	2.0	1.0	0.1	0.0	0.1	*0.0*	0.0	0.1	0.5	2.6	**9.0**	23.6
Fresno, Cal.	I	12.4	2.7	2.5	0.1	0.0	*0.0*	0.0	0.1	0.2	1.0	7.2	**12.8**	38.1

An der Ostküste der Vereinigten Staaten ist nördlich von 40° N der Gegensatz zwischen den Sommernebeln der äußeren Küste und den Winternebeln des Innern, an denen auch die weiter zurückliegenden Küstenorte teilnehmen, ebenso deutlich ausgeprägt wie in Großbritannien. Südlich von 40° aber und an der Golfküste ist auch am Meere der Sommer nebelfrei; diese Küsten nehmen nur an den Winternebeln des Innern teil. Selbst das so frei gelegene Kap Hatteras macht hiervon keine Ausnahme.

Dagegen zeigt sich an den großen Seen die Neigung zu Frühsommernebeln wieder ziemlich deutlich; am ausgeprägtesten zu Duluth am Oberen See. Doch fällt das jährliche Minimum an den meisten Stationen auf den Spätsommer, und sind die Verhältnisse im übrigen ziemlich unklar: Winternebel zu Chicago und Grand Haven, Frühlingsnebel am Erie-See, am Michigan deren ziemlich viel im Herbst.

Auch an der pazifischen Küste finden wir ziemlich komplizierte Verhältnisse. Eigentümlich ist es, daß hier nicht im Frühsommer, sondern vom Hochsommer bis zum Herbst die Küste Neigung zur Nebelbildung zeigt, in San Diego der Mai sogar der nebelärmste Monat ist. Im Innern des Landes sind aber auch hier die eigentlichen Sommermonate am freiesten von Nebel.

Von Japan sind mir an Mittelwerten über die Häufigkeit des Nebels nur solche für das Lustrum 1906 bis 1910 bekannt, die 1913 vom meteorologischen Zentralobservatorium in Tokio veröffentlicht sind[1]). Es sind, nach der Überschrift, nur Tage mit $\equiv^2$ gezählt worden. In der folgenden Tabelle führe ich, von

[1]) Results of the Meteor. Observations in Japan for the Lustrum 1906—10 (Tokio 1913).

Nord nach Süd geordnet, die Angaben für die nebelreichen Vorsprünge der Küsten sowie einige charakteristische Orte einzeln, für die nebelarmen zwischenliegenden Küstenstrecken sowie das Innere Gruppenmittel auf. Da im Original ein Unterschied zwischen den Lustrenwerten = 0 und denen zwischen 0 und $^1/_2$ gemacht ist, sind letztere für die Mittelbildung, wo mehrere so niedrige Werte zu mitteln waren, gleich $^1/_4$ oder $^1/_3$ angenommen.

Tabelle 22. **Japanisches Netz. Tage mit ≡².**

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Sakhalin u. Kurilen, 45—47° N.													
Otomari u. Shana	0	0	0.5	3.5	4.5	7.5	8	7.5	2	1	0	0	35
Pazifische Küste.													
Kap Soya	0	0	0	1	3	6	**9**	6	0	0	0	0	25
Aboshiri	0	0	0	2	4	7	**8**	6	1	0	0	0	28
Nemuro	0	1	3	8	9	11	14	**15**	4	1	1	2	69
Erimo (Jerimo Saki)	0	0	2	8	8	16	**20**	19	2	0	0	0	75
Hakodate	0	0	0	0	1	**2**	1	1	0	0	0	0	6
Miyako	0	0	1	1	3	**6**	4	3	1	0	0	0	20
Kinkasan	0	0	2	3	7	9	**13**	10	2	0	0	0	47
Jshinomaki	1	1	2	3	4	4	**4**	4	3	3	0	1	30
Kanayama	1	1	0	2	2	3	3	**5**	3	3	1	1	24
Choshi	1	1	2	2	4	3	**8**	4	1	1	1	0	28
Südküste Nipons bis Tsu, 10 Orte .	0.4	0.1	0.4	0.5	0.8	0.9	1.5	0.7	0.4	0.2	0.0	0.1	6
Hinomisaki	1	0	2	4	4	**7**	5	1	1	0	0	1	26
Shikoku, Südküste, 2 Orte	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5	1.0	**2 0**	0.5	0.2	0.2	0.3	0.5	6
Japan. Mittelmeer, 13 Orte . . .	0.4	0.2	0.4	0.5	**0 6**	0.4	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3	0.4	4
Tsurumisaki	2	2	7	8	8	**14**	12	6	6	5	3	1	73
Satanomisaki	0	0	1	2	2	**4**	1	0	0	0	0	0	11
Küsten des Japanischen u. Ost-Chinesischen Meeres.													
Sapporo	0	0	0	0	1	2	2	**3**	1	0	0	0	10
Aomori	0	0	0	2	1	2	3	**6**	0	0	0	0	14
Tappi	0	0	0	5	8	**12**	**12**	7	0	0	0	0	45
Westküste von Nipon, 10 Orte . .	0.3	0.4	0.6	0.7	1.1	0.8	**1.6**	0.7	0.7	1.0	0.4	0.3	9
Kyogomisaki	6	9	11	9	9	**12**	11	6	7	6	5	6	99
Sakai u. Hamada	0	0	0.5	0	0.5	0.5	**1**	0	0	0	0	0.5	3
Shijikizaki	1	1	5	8	10	**16**	14	3	4	1	2	1	66
Nagasaki	0	0	1	1	**2**	**2**	0	0	0	0	0	0	6
Nomomisaki	0	1	5	9	8	**17**	13	2	3	1	0	1	60
SW-Kiushiu, 4 Orte	0.6	0.3	0.8	0.1	0.5	**1.0**	**1.0**	0.5	0.4	0.0	0.0	0.3	6
Inneres.													
Kamikawa 43° 47′ N. 142° 22′ O .	3	2	4	2	0	1	2	7	9	**11**	3	6	51
Nipon-Gebirge 37—40° N, 3 Orte .	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.4	0.7	1.7	1.7	**2.7**	0.7	1.0	12
« « 35—37° N, 5 « .	2.2	1.0	1.0	0.4	2.4	1.6	2.0	2.8	3.0	**5.8**	3.8	1.4	27
Ebene N von Tokio, 3 Orte . . .	4.7	2.3	5.3	6.0	7.3	**11.0**	**11.0**	10.7	8.7	6.0	3.7	2.0	78
Korea und Liao-tung.													
Korea, Ostküste, 2 Orte	0	0	0	1.5	3.5	3	**4**	1.5	0	0	0	0	14
« Westküste, 2 Orte	1	0.5	2.5	1.5	3	4	**5**	2	0.5	0.5	0.5	1	22
Pt. Arthur Halbinsel, 2 Orte . . .	0	0	1.5	2	3	4.5	**7.5**	1	0	0	0	1	21
Formosa.													
Tainan u. Taiwanfu	**3.5**	1.5	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	7
Kilung und Taihoku	1	0.5	**2**	1.5	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0.5	1	8
Golf u. Straße von Tschili.													
Tientsin u. Tschifu	1	0	1	1	**1**	1	1	0.5	0	1	0.5	0	9
Jangtsekiang.													
Nanking, Hankou u. Schasi . . .	1.3	0.3	0.7	1.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	**1.7**	**1.7**	1.0	8

Nur im gebirgigen Innern von Yeso und Nipon sowie am Jangtsekiang finden die Nebel im Herbst, an den Küsten Formosas im Ausgang des Winters, am japanischen Mittelmeer sowie vielleicht im Tschili-Golf im Mai ihr Maximum;

im ganzen übrigen Gebiet in einem der drei Sommermonate. Die Buchten unterscheiden sich von den Vorsprüngen der Küsten nicht merklich in der jährlichen Verteilung, aber sehr auffallend in der Häufigkeit der Nebel. Offenbar herrschen an den Küsten des nördlichen und mittleren Japans dieselben Verhältnisse, die von der Küste zwischen Nikolajewsk und Wladiwostok beschrieben werden: im Sommer liegt dort viele Tage lang eine Nebelwand auf dem Meere, während in den Häfen (z. B. Olgahafen) Sonnenschein herrscht, so daß die Küstendampfer zuweilen wiederholt nach vergeblichen Versuchen wegen des dichten Nebels in den Hafen zurückkehren.

Auch die Ebene im Norden von Tokio hat am häufigsten im Sommer Nebel; die großen Mittelzahlen werden hier von der Station Tsukuba bestimmt, die 90 Nebeltage im Jahre aufzeichnet; sie sind also vielleicht durch persönliche Abweichung des Beobachters bedingt.

Daß das sommerliche Maximum der Nebel in Ostasien eine so viel weitere Verbreitung hat als in Europa und Nordamerika, dürfte im Monsunwechsel seinen Grund haben. Der sonst typische Gegensatz zwischen der jahreszeitlichen Verteilung der Nebel und der der Gewitter und starken Regen besteht in Monsungebieten nicht.

Es wird dereinst eine interessante Aufgabe sein, die physikalischen Ursachen für die Unterschiede in der Nebelbildung und ihrer jahreszeitlichen Verteilung näher zu erklären aus den Temperaturverhältnissen der untersten Luftschicht und ihrer Unterlage. Allein vorläufig scheint mir unsere Kenntnis der Tatsachen noch zu gering dazu.

Schon jetzt ist freilich unverkennbar, daß für jede Gegend die nebelreichste Jahreszeit die ist, in welcher diese Gegend kälter als ihre Nachbarschaft ist und die Nebelbildung vorzugsweise über der jeweils kälteren Oberfläche vor sich geht. Es ist jedoch nicht nur vorläufig noch ganz unmöglich, diesen Zusammenhang quantitativ und auf die physikalischen Vorgänge zu untersuchen, sondern auch die kleineren Verschiebungen des jährlichen Nebelmaximums — Frühling auf den europäischen Binnenmeeren, Frühsommer an den Nordwestküsten Europas und bei Neufundland, Hochsommer im Polarmeer und an der Neuenglandküste — bedürfen noch der Erklärung.

Über die Ursachen der jahreszeitlichen Regenfälle in den westlichen Mittelmeerländern.

Von Dr. W. R. Eckardt, Meteorologisches Observatorium Essen.

(Schluß.)

Die Atlasländer[1]).

Die Atlasländer sind das ausgedehnteste Subtropengebiet Afrikas; sie weisen infolge ihrer Lage zur Iberischen Halbinsel mit vielen Landschaften dieser in klimatischer Beziehung große Ähnlichkeiten auf. Eine sehr wertvolle Studie über die Regenverhältnisse der Atlasländer hat Dr. K. Knoch[2]) veröffentlicht, doch sind zur Erörterung der Ursachen der jahreszeitlichen Verteilung des Niederschlags darin infolge des meist noch recht dürftigen Beobachtungsmaterials, besonders des westlichen Teiles der Atlasländer, nur einige Ansätze gegeben worden.

Wir haben gesehen, warum auf der Iberischen Halbinsel im Süden der

---

[1]) Eine vortreffliche, allgemeine Charakteristik des Klimas auch der Atlasländer, mit vielen Tabellen über Niederschlag, Wind, Bewölkung, Feuchtigkeit usw., hat Dr. H. Leiter gegeben in den Abhandlungen der k. k. Geogr. Ges. in Wien 1909, betitelt: »Die Frage der Klimaänderung während geschichtlicher Zeit in Nordafrika«.

[2]) Die Niederschlagsverhältnisse der Atlasländer. Dr.-Dissertation Marburg 1906, erschienen im Jahresber. des Frankfurter Vereins für Geogr. und Statistik 1905/06.

Winter, im Innern der Frühling, im Osten der Herbst die Hauptregenzeiten bedeuten. Wenn wir nun bedenken, daß auch weite Gebiete der Atlasländer zu denselben Jahreszeiten ihre hauptsächlichsten Niederschläge empfangen, so liegt ohne weiteres auf der Hand, daß auch die Ursachen sowohl in räumlich-geographischem, wie physikalisch-meteorologischem Sinne in der Hauptsache vermutlich dieselben sein werden.

Was nun die jahreszeitliche Verteilung des Regenfalles in rein geographischer Beziehung anlangt, so kann man sagen, daß die für das Mittelmeer charakteristische periodische Regenverteilung, sowohl bei den marokkanischen Küstenstationen, wie auch in dem algerischen und tunesischen Küstengebiet ganz besonders ausgesprochen ist: es besteht ein Maximum der Niederschläge im Winter und ein tiefes Minimum im Sommer. Mit der Zunahme der Höhe wird jedoch die Regenarmut des Sommers etwas gemildert und die Hauptregen verschieben sich nach dem hoch gelegenen Innern zu nach dem Frühling, oder es kommt doch die Menge der Frühlingsregen wenigstens der des Winters sehr nahe, wie es z. B. in der Gegend von Marrakesch der Fall ist, wo auf den Winter 37 %, auf den Frühling 35 % entfallen. Nach der der Abhandlung von Knoch beigefügten Karte schließt das Gebiet mit ausgesprochenen Frühlingsregen in Algerien die südlichen Ketten des Tell-Atlas, die Hochplateaus und den Sahara-Atlas, in Tunesien den zentralen Teil südlich von Medjerdah bis zum Schott Djerid in sich ein sowie im Westen den marokkanischen hohen und mittleren Atlas. Manche Gegenden weisen auch ein doppeltes Maximum, andere auch ein einfaches Maximum im Herbst auf. So hat z. B. Tunis ein Maximum im März und im Dezember, während Mactar, Kaironan und Sousse sich durch starke Herbstregen auszeichnen. Dasselbe ist der Fall in den Küstenregionen zwischen Algier und Tunis. Es sind aber auch Teile der algerischen und marokkanischen Küste mit Herbstniederschlägen gesegnet, doch treten diese deshalb nicht so charakteristisch hervor, weil der Winter oder das Frühjahr größtenteils noch reicher an Niederschlägen sind. Dasselbe gilt von der marokkanischen Küste, und zwar von Mogador bis Tanger (ohne Kap Juby), wie aus den Zahlen der mittleren jährlichen Regenverteilung hervorgeht[1]):

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Prozent											
17	12	**16**	9	5	1	0	0	3	9	**15**	13

Die Verteilung in den einzelnen Monaten weist auch hier deutlicher als nach der Küste zu ein Herbstmaximum im November und ein Frühlingsmaximum im März auf, vorausgesetzt, daß die kurze Beobachtungsreihe von sechs Jahren zu Marrakesch genügt, um diese als sicher annehmen zu können. Es scheint hier also dieselbe Verschiebung stattzufinden, wie von der algerischen und tunesischen Küste nach dem Innern dieser Landschaften. Die Regenverhältnisse des marokkanischen Binnenlandes sind infolge Mangels an meteorologischen Stationen noch lange nicht genügend erforscht, um ein gut begründetes Urteil über die jahreszeitliche Regenverteilung oder gar die Ursachen dieser abzugeben. Wir sind da nur auf Vermutungen angewiesen, bei deren Äußerung wir große Vorsicht walten lassen müssen, da das wenige Beobachtungsmaterial sowie die Beobachtungen von Forschungsreisenden sich in verschiedenen wichtigen Punkten geradezu zu widersprechen scheinen.

Nach der allgemeinen Luftdruckverteilung über dem westlichen Mittelmeer und seiner Umgebung, wie wir sie bisher kennen gelernt haben, zu schließen, kann kein Zweifel darüber bestehen, daß auch für einen größeren Teil der Atlasländer mindestens im Winter die Winde aus westlicher Richtung es sind, die dem Lande Regen bringen. Wie jedoch K. Knoch[2]) ausgeführt hat, bewirkt die

[1]) Hann, Handbuch der Klimatologie. 3. Aufl. III. Bd. S. 58.
[2]) a. a. O. S. 24.

gewaltige Erhebung des marokkanischen Atlasgebirges, daß die von Westen kommenden Luftströmungen zu einem frühzeitigen Aufstieg an den Gehängen des marokkanischen Atlas gezwungen werden, wobei der größte Teil des Wasserdampfes ausgeschieden wird. Das übrige Atlasgebiet liegt für die Westwinde zu einem großen Teil im Regenschatten des marokkanischen Atlas. Weiter nach Osten vermag sich immerhin der Einfluß der Südwestwinde zu erstrecken, da ihre Richtung mit dem Streichen des marokkanischen Atlas übereinstimmt. Sie vermögen noch im westlichen Algerien Regen herbeizuführen. Für das übrige Algerien und für Tunesien sind aber die Winde aus nördlichen Richtungen die Hauptregenbringer. Was den Nordwestabhang des Hohen Atlas anlangt, so hat die am Fuße des Gebirges gelegene einzige meteorologische Station Marrakesch häufigen Windwechsel aufzuweisen. Südwind soll selten sein, Nord- und Nordwestwinde vorherrschend, während es vom Nord- und Nordostwind heißt, daß sie die Regenwolken brächten. Es kann demnach auch eine der südwestlichen entgegengesetzte Richtung des Windes, die ebenfalls mit dem Streichen des Gebirges mehr oder weniger parallel geht, dem Lande Regen bringen. Das wäre denkbar, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß diese Winde von Teilen des Mittelmeeres und des Atlantischen Ozeans stammen, die wir auch im Winter als verhältnismäßig warm kennen gelernt haben. In der Tat ziehen häufig Zyklonen auch in der kühleren Jahreszeit über so niedrige Breiten Nordafrikas, daß ein großer Teil des marokkanischen Gebietes die Windrichtung aus Nord und Ost auch während des Vorüberzuges der Depression beibehalten muß. Ein Beispiel hierfür bietet die Wetterlage vom 15. März 1912 auf Karte 21 auf Tafel 5. Trotz des auch im Winter vorherrschenden Nordost- und Nordwindes sind jedoch im westlichsten Teile der Atlasländer die Süd- und Südwestwinde im allgemeinen die Regenbringer[1]).

Was nun die östlichen Atlasländer anlangt, so kann es hier in bestimmten Jahreszeiten erst dann zu ergiebigen und verbreiteten Regenfällen kommen, wenn eine von Westen herankommende Zyklone die Iberische Halbinsel passiert hat[2]), oder mit anderen Worten, wenn ihre die stärkere Intensität des Regens veranlassende Rückseite nicht mehr in großer Entfernung sich befindet und der ursprünglich rein westliche Wind eine nördliche Komponente bekommt. Das ist aber besonders im Südwestquadranten der atlantischen Zyklonen der Fall. Beispiele zu solchen Wetterlagen bieten Karten 15 bis 17 auf Tafel 5. Die östlichen Teile der Atlasländer werden also auch dann ergiebigere Regenfälle bekommen, wenn ein Tiefdruckgebiet von Nordwesten her über den Golf du Lion nach dem westlichen Mittelmeer zieht, um die hier fast ständig lagernde Zyklone zu verstärken, oder wenn vom westlichen Mittelmeerbecken, wie es gerade im Winter und zum Frühjahr hin nicht selten geschieht, Tiefdruckwirbel in südöstlicher Richtung nach dem levantinischen Becken ziehen. Überhaupt ist im größten Teile von Algerien und Tunesien der Nordwestwind während des ganzen Jahres vorherrschend. Im Winter wird durch die beiden Minima im westlichen Mittelmeerbecken diese Windrichtung hervorgerufen, und zwar ist der Nordwest im westlichen Algerien eine Fortsetzung der Nordwestwinde an der Ostküste Spaniens; im östlichen Algier und Tunis weht er auf der Rückseite des tyrrhenischen Minimums. Er kann aber nur dann zu einem eigentlichen Regenwind werden, wenn über dem westlichen Mittelmeer in dem angedeuteten Sinne Zyklonenbewegungen eintreten, d. h. wenn der Wind vorübergehend seinen antizyklonalen Charakter ablegt. Denn wir dürfen die Tiefdruckgebiete über den einzelnen Meeresbecken des Mittelmeeres, die wir auf den Karten der Monatsisobaren finden, nicht als fixe Gebilde ansehen, sondern nur als Gebilde, die die Neigung zur Erhaltung eines verhältnismäßig niedrigen Luftdrucks erkennen lassen und daher die Bildung von Zyklonen erleichtern.

Was nun die Niederschläge des Winters anlangt, sahen wir, daß Südspanien zu dieser Zeit größtenteils deswegen am feuchtesten war, weil die Luft-

[1]) H. Leiter, a. a. O. S. 18.

[2]) Vgl. hierüber: Thévenet, Recherches sur la prévision du Temps en Algérie. Algier 1905.

druck- und Temperaturverhältnisse den Zyklonen, oder doch wenigstens den warmen, regenbringenden Äquatorialseiten dieser, einen ziemlich weit südwärts gelegenen Weg auf ihrem ostwärts gerichteten Fortschreiten wiesen. So ist es kein Wunder, wenn gerade vom Dezember bis zum Frühjahr der Nordwesten Afrikas, also Marokko und vor allem auch die sich zum Mittelmeere abdachenden Gebiete der Atlasländer, auf weiten Gebieten die meisten Niederschläge empfangen und im allgemeinen besser bewässert sind als Spanien. Daß hierin die der Küste benachbarten Landschaften besonders bevorzugt sind, liegt auf der Hand, denn einerseits sprechen dabei die thermischen Verhältnisse zwischen Festland und Meer mit, anderseits aber kommt auch noch der Umstand mit in Betracht, daß sich, wie auf allen größeren Gebirgsmassen, so auch hier, die Neigung zur Ausbildung eines Gebietes höheren Druckes in der kühleren Jahreszeit geltend machen muß. Diese Erscheinung wird in den Atlasländern aber noch dadurch verstärkt, daß die Hochlandschaften der Schotts größtenteils von Gebirgen umrahmte Hochflächen darstellen, in denen die Luft zeitweise stagniert und daher leicht durch Ausstrahlung erkaltet. Daher sind gerade diese Landschaften im Winter verhältnismäßig weniger niederschlagsreich. Die Südabhänge des Hohen und des Sahara-Atlas leiten dann allmählich über zum regenlosen Wüstengebiet, über dem der Passat so gut wie ständig herrscht.

Wenn in der winterlichen Regenzeit in den Atlasländern, gleichwie auf der Iberischen Halbinsel, der Februar vielfach etwas geringere Niederschlagsmengen aufzuweisen hat, so ist das eine nicht nur auf Nordafrika, sondern auf ganz Europa sich erstreckende Allgemeinerscheinung, auf die wir schon bei Betrachtung der Iberischen Halbinsel hingewiesen haben.

Der März zeigt dagegen auch in den Atlasländern hinsichtlich der Feuchtigkeitsverteilung wieder größere Ähnlichkeit mit den Wintermonaten Dezember und Januar. Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, daß die steigenden Temperaturen auch in weiten Teilen der Atlasländer auf den Reichtum der Niederschläge zunächst eine günstige Wirkung ausüben, wie wir sie schon auf der Iberischen Halbinsel feststellen konnten insofern, als weite Gebiete des Innern der Atlasländer unter die Herrschaft des kontinentalen Typus der Frühlingsregen gelangen. Das südwestliche Spanien und das nordwestliche Marokko sind im März gegenüber dem Januar bereits um einige Grade wärmer geworden, während die Temperatur über dem Mittelmeere nördlich der algerischen Küste etwa dieselbe geblieben ist, wie im Winter.

Gleichzeitig findet jedoch im Mai eine Änderung in der Luftdruckverteilung derart statt, daß mit der von Süden und besonders von Südosten her vor sich gehenden Erwärmung der Luftdruck über der Sahara stärker sinkt, so daß der niedrigste Luftdruck südlich der Atlasländer liegt. Die Bedingungen für das vorherrschende Auftreten von Winden, die aus nördlicher Richtung kommen, sind somit für die Atlasländer gegeben.

In der Tat konnte Theobald Fischer[1]) für das marokkanische Küstengebiet feststellen, daß im April und Mai fast täglich mit steigender Sonne westliche und nordwestliche Winde eintraten und an Stärke zunahmen. In der Hauptsache wird dieser Umstand wohl noch dadurch verstärkt, daß an der Küste von Marokko infolge der ablandigen Winde kühle Auftriebwasser zutage treten, und zwar wie auf Grund von Untersuchungen der Deutschen Seewarte gezeigt wurde[2]), an der Küste des äußersten Nordwest-Marokko das ganze Jahr hindurch. Freilich kann sich dieses Wasser nur im Sommer als thermisch wirksam erweisen. Unter solchen Umständen ist die Feuchtigkeit der von diesem Meeresteile kommenden Luftströmungen im allgemeinen nur im Winter oder Spätherbst, bzw. auch sehr zeitig im Frühjahr, wo das Land kühler oder doch nur wenig wärmer als das benachbarte Festland sich erweist, noch genügend, um bei geeigneten Wetterlagen beim Überwehen des Landes als Regen ausgeschieden werden zu können.

[1]) Zur Klimatologie von Marokko. Ztschr. der Gesellsch. für Erdkunde zu Berlin 1900.
[2]) Vgl. hierüber auch: Wind, Strom, Luft- und Wassertemperatur auf den wichtigsten Dampferwegen des Mittelmeeres. Beilage zu den »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, mit 14 Karten.

Während also im Winter die vom Mittelmeere und vom Atlantischen Ozean kommenden Luftmassen ihre Feuchtigkeit zu einem guten Teile schon über den selbst flachen und niedrig gelegenen Küstengegenden verdichten, weil sie hier bereits eine kräftigere Abkühlung erfahren, ändern sich die Verhältnisse zum Frühling derartig, daß die vom Ozean herangeführte Feuchtigkeit in den nunmehr wärmeren Küstengebieten seltener ausgeschieden wird[1]); es sei denn, daß eine allgemein stärkere Zyklonentätigkeit, die oft Gewittererscheinungen zur Folge hat, herrscht, und die somit auch diesen Gebietsteilen stärkere Regenfälle zukommen lassen kann. Im allgemeinen werden daher die vom Meere kommenden Winde über diesen warmen und niedriger gelegenen Küstengebieten ihre Feuchtigkeit nicht abgeben können; sie werden sie vielmehr erst beim Emporsteigen an den kühleren Gebirgsmassen des Innern zu Gelanderegen verdichten. Anderseits aber dürfen wir auch nicht vergessen, daß gerade bei einem so vielgestaltigen Relief, wie es die Atlasländer aufzuweisen haben, die ungleich erwärmten Luftmassen starke Vertikalströmungen erzeugen und gerade in den Plateauländern und Einsenkungen Veranlassung zu häufigen Gewitterregen geben müssen, ganz abgesehen davon, daß der im Frühjahr zumeist vorhandene labile Gleichgewichtszustand der Luft der Entstehung der Niederschläge überhaupt sehr förderlich ist. Die Vermutung, daß im Frühling die vom Winter her an Ort und Stelle oder in der weiteren Umgebung — in diesem Falle in den nördlichen Küstengebieten — noch vorhandene Feuchtigkeit auf dem Lande eine Rolle dabei spielen dürfte, ist natürlich hier mehr als irgendwo berechtigt. Denn sie ist ja eine Voraussetzung für das Zustandekommen des kontinentalen Regentypus überhaupt.

Zum Sommer hin ändern sich in den Atlasländern die klimatischen Verhältnisse insofern, als die von Süden her weiter stark zunehmende Temperatur selbst in den höheren Gebirgslandschaften der Atlasländer, und der südlicheren Lage entsprechend naturgemäß viel früher als in Spanien, dem Kondensationsprozeß hinderlich wird, wenngleich naturgemäß auf den höchsten Erhebungen immer noch zeitweise die Bedingungen für Regen gegeben sind. So haben auch die Atlasländer im Sommer ihre Trockenheit. Denn nachdem der Regenreichtum bereits im April nachgelassen hat, hören die allgemeiner verbreiteten und ergiebigen Regenfälle in der Regel bereits im Mai auf. Die Atlasländer kommen dann in das Gebiet des verlängerten Passates zu liegen, der vom Mittelmeer und vom Atlantischen Ozean im Westen vorwiegend als Nord oder Nordwest niederen Breiten zuströmt, ohne daß jedoch diese Winde aus polarer Richtung während des Sommers zu ausschließlicher Herrschaft gelangten. Aber gleichwie wir an dem Beispiel Spaniens gesehen haben, ist der zu einem Südwest- oder Westwind umgelenkte Passat im allgemeinen auch in den Atlasländern aus denselben Gründen ebensowenig imstande, dem Gebiet, das er überweht, im Sommer verbreitete oder ergiebigere Regenfälle zu bringen, wenngleich wie in Spanien, so auch hier, die inneren und höher gelegenen Teile relativ doch noch besser benetzt als die Küsten erscheinen, wenn wir uns die folgende, sehr lehrreiche Tabelle betrachten[2]). Die Regenperiode der Binnenländer ist hier in Differenzen der Periode an der Küste ausgedrückt. Die für das Küstenland selbst geltenden Zahlen sind die monatlichen Regenmengen in Prozenten der Jahressumme.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Algerisches Küstenland (9 St.)	11.8	11.6	13.7	8.1	5.1	2.6	0.3	0.8	3.5	11.2	13.2	18.1
Tell-Atlas (16 St.) . .	— 0.4	— 0.8	+ 0.4	+ 3.2	+ 1.8	+ 1.9	+ 0.7	+ 0.8	+ 1.1	— 2.1	— 2.6	— 4.0
Hochebene und Sahararand (6 St.) . . .	— 3.3	— 2.5	+ 0.1	+ 3.6	+ 5.4	+ 2.2	+ 1.5	+ 2.9	+ 6.1	+ 0.4	— 6.6	— 9.8

[1]) Vgl. Raulin, »Über das Regensystem Algeriens.« Österr. Met. Zeitschr., Bd. V, S. 499.
[2]) Österr. Meteor. Zeitschr. 1884, S. 69. Vgl. auch Heft IV S. 201 die Tabelle für Spanien.

Auch im Herbst herrschen in den Atlasländern noch teilweise ähnliche Verhältnisse wie im Sommer. Denn die Atlasländer zeigen den merkwürdigen Temperaturgang, wie er für das ganze nordafrikanische Küstengebiet charakteristisch ist und sich dadurch auszeichnet, daß sich auch das Festland nur sehr langsam abkühlt. Ja, in Kap Juby und Mogador in Marokko, tritt das Temperaturmaximum überhaupt erst im September ein, und der Oktober ist fast so warm oder gar wärmer als der Juni. Im September liegt eben noch ganz Nordwestafrika im Wirkungsbereich des verlängerten Passates, der erst im Laufe des Oktober in das Innere der Atlasländer zurückweicht. Erst dann bildet die Zyklone des westlichen Mittelmeeres ihren für die kühlere Jahreszeit typischen, nach der Meerenge von Gibraltar sich erstreckenden »Regenwinkel« aus, wie wir ihn z. B. auf Karte 15 bis 17 auf Tafel 5 in Einzelfällen so deutlich ausgeprägt finden, wie das auf den von J. v. Hann entworfenen Karten[1]) der mittleren Luftdruckverteilung des Oktober der Fall ist.

Ein großer Teil der Atlasländer schmachtet daher auch noch zu Beginn des Herbstes aus denselben Gründen wie im Sommer unter der Trockenheit. Im Laufe dieser Jahreszeit beginnt sich jedoch besonders in den Küstengebieten, also da, wo das nunmehr am höchsten temperierte Meer mit dem allmählich erkaltenden Festland unmittelbar in Berührung tritt, der ozeanische Typus der Herbstregen einzustellen. Ein Blick auf die Isobarenkarten des März und Oktober, wie sie Teisserenc de Bort entworfen hat, zeigt denn auch ohne weiteres die Ähnlichkeit, die zwischen den beiden Monaten besteht. Denn eine verhältnismäßige kräftige Rinne niedrigen Luftdrucks setzt sich im Oktober gleichwie im März von der algerisch-tunesischen Küste über die Nordspitze Marokkos hinweg noch ein Stück in den Atlantischen Ozean hinein fort, während höherer Luftdruck im Nordwesten lagert. Wir haben es demnach gleichwie im zeitigen Frühjahr und im Herbst wieder mit einer ziemlich weit südlich sich geltend machenden und gesteigerten Zyklonentätigkeit über dem Küstengebiet zu tun, das um diese Jahreszeit natürlich viel wärmer ist als im Frühling.

Ganz ähnlich müssen auch die Verhältnisse im östlichen Tunesien liegen. Denn während hier der Regen im Winter und Frühling namentlich bei Nordwestwind fällt, bringen hauptsächlich Winde aus Norden und Nordosten die gelegentlich im Sommer fallenden Regen sowie die regelmäßigen Herbstniederschläge, die ebenso wie erstere zwar von kurzer Dauer, aber von beträchtlicher Intensität sind. Wenn wir einen Blick auf die Isobarenkarten Hanns werfen, so sehen wir, wie gerade an der Nordostecke der Atlasländer im September und Oktober die Isobaren einen eigentümlichen Verlauf aufzuweisen haben, der diese Erscheinung erklären kann und auf einen ziemlich weit im Süden stattfindenden Zug flacher Tiefdruckgebiete hindeutet. Speziell im September erstreckt sich südlich von Sizilien bis in die Gegend der kleinen Syrte verhältnismäßig hoher Luftdruck, während über Tunesien und dem östlichen Algerien tiefer Luftdruck lagert, der durch eine flache Rinne mit dem westlich von Italien lagernden Tief in Verbindung steht, also wohl jedenfalls den Effekt einer Zugstraße von barometrischen Tiefdruckgebieten darstellt. Noch eigenartiger aber sind die Luftdruckverhältnisse im Oktober, wo zwar der Luftdruck über den Bergländern wieder stärker steigt, während an der algerischen Küste sowie in der Gegend der beiden Syrten der Verlauf der Isobaren größere Unregelmäßigkeiten in Gestalt mehrerer Ausbuchtungen aufzuweisen hat. So kommt es, daß die marokkanische Küste sowie weite Teile der algerischen und tunesischen Küste auch im Herbst reichliche Regenfälle erhalten, die bei weiterer Abkühlung des Festlandes und Zurückweichen des Passates allmählich auch den Binnenlandschaften zugute kommen, so daß wir in manchen Teilen der Atlasländer ein zweites Maximum der Niederschläge im Herbst finden. Doch kommt es in dem Gebiet der eigentlichen Frühlingsniederschläge trotz der außerordentlichen Ähnlichkeit in der Luftdruckverteilung zwischen März und Oktober im Herbst wohl in der Hauptsache aus dem Grunde nicht zu einer allgemeinen eigentlichen Regenzeit, weil diese Land-

[1]) Vgl. auch die Karten von Teisserenc de Bort, a. a. O.

massen zu dieser Jahreszeit von ihrer Feuchtigkeit während des Sommers stark verloren haben. Daß die Ausdehnung des Meeres gerade bei dem ozeanischen Typus der Herbstregen mit am meisten zur Geltung kommt, liegt auf der Hand. Denn die Verteilung der relativen Regenmengen an der Küste Algeriens steht in deutlichem Zusammenhang mit der Breite des westlichen Mittelmeerbeckens, nach den Meridianlinien betrachtet: je weiter wir uns ostwärts wenden, um so feuchter wird das Gebiet. Die breite Wasserfläche erzeugt die Dünste, deren Verdichtung der Grund des Regens ist, während die westlichen Atlasländer bei Winden nördlicher Herkunft im Regenschatten Spaniens liegen.

Bei der je nach der Jahreszeit mehr oder weniger gesteigerten oder teilweise auch fast gänzlich ruhenden Zyklonentätigkeit und ihren Folgen, den Niederschlägen, ist demnach für die Windverhältnisse der Atlasländer in ihrem Zusammenhang mit den Regenfällen im großen und ganzen folgendes charakteristisch.

Im Winter treten von Süden nach Norden die West- und Südwestwinde immer häufiger auf und erlangen im Norden sogar die völlige Vorherrschaft; im Sommer herrschen über dem größten Teil des Gebietes die Winde aus nördlichen Richtungen stark vor, teilweise so gut wie ausschließlich. Je weiter wir nach Süden gehen, um so länger und regelmäßiger weht die passatische Windrichtung. So herrschen z. B. in Marokko am Kap Juby acht Monate hindurch Nordnordostwinde; von November bis Februar sind hier die Winde veränderlich, aber der Nordost herrscht vor. In Mogador sind ebenfalls Nordnordost- und Nordost die vorherrschenden Windrichtungen von Mai bis Oktober. Im Winter hingegen sind von November bis März oder April südwestliche, westliche oder auch südliche Winde nicht gerade selten. Gehen wir in den äußersten Osten der Atlasländer, so herrscht im nördlichen Teile Tunesiens im Winter Westnordwest vor, dann dreht sich der Wind mehr nach Norden. Denn im Frühling herrscht der Nordwest und im Sommer und Herbst der Nordnordwest in erster Linie. Im mittleren, östlichen Teile von Tunesien unter 36° bis 35° N-Br. herrscht im Winter auch noch der Nordwest vor, dann wird der Wind östlich, nämlich Nordnordost im Frühjahr, Nordost im Sommer und Ostnordost im Herbst. Im südlichen Teile, etwa südlich von Sfax, herrscht dagegen das ganze Jahr der Nordost [1]).

Zwar fällt im weitaus größten Teile der Atlasländer auch im Winter das Maximum der Häufigkeit auf den Wind aus nördlicher Richtung, aber man erkennt an dieser Tatsache wiederum deutlich, wie ein Klima u. a. nicht immer durch vorherrschende Winde charakterisiert wird, sondern daß man sich gewöhnen muß, viel mehr die Gesamtheit der Winde zu berücksichtigen, um deren Beziehungen zu den übrigen meteorologischen Elementen zu verstehen. So wehen z. B. im Herbst, wo die marokkanische Küste reichlichere Regen empfängt, die Winde aus südlicher bis westlicher Richtung nur in 18 Fällen, der Nordostwind aber in nicht weniger als 84 Fällen, der doch auch für die übrigen Jahreszeiten abwechselnd mit dem reinen Nordwind durchaus der vorherrschende ist.

Das mittelmeerische Frankreich.

Ganz Frankreich hat, mit Ausnahme der nordwestlichen Küstenzone, Mai- und Oktoberregen; doch stellen die letzteren zusammen mit den September- und Novemberregen die eigentliche Regenzeit dar, wie ja überhaupt die Herbstregen eine allgemeine Erscheinung des westeuropäischen Seeklimas sind. Wenn auch im Innern des Landes die Sommerregen reichlicher werden und die Winterniederschläge abnehmen, so ist doch der Juli, der Hochsommermonat, im größten Teile Frankreichs verhältnismäßig trocken. Wir haben daher in Frankreich einen Übergang zu den Regenverhältnissen Südeuropas. Uns kann natürlich, dem Gegenstand unserer Untersuchung entsprechend, in der Hauptsache nur das Klima der mittelmeerischen Küste Frankreichs hier näher interessieren, also desjenigen Teiles, der direkt unter dem Einfluß des Mittelmeeres steht.

[1]) J. v. Hann, a. a. O. S. 80.

Das mittelmeerische Frankreich hat sein hauptsächliches Regenmaximum durchweg im Oktober, und zwar beginnt die Hauptregenzeit im September und geht im November zu Ende, ein zweites, sekundäres Maximum finden wir im allgemeinen im April, aber auch März und Mai sind noch ziemlich reich an Niederschlägen. Der Sommer ist die Trockenzeit; der trockenste Monat ist der Juli mit nur 10 bis 24 mm Niederschlag; bedeutend feuchter sind die Wintermonate, vor allem Dezember und Januar.

Mitten durch das französische Zentralplateau erstreckt sich im Winter von den Alpen her nach der Mitte der Pyrenäenhalbinsel eine Brücke hohen Luftdrucks, der überwiegend nördliche Winde entströmen, die in das über dem westlichen Mittelmeere gelegene Gebiet niedrigen Luftdrucks abfließen. Es herrschen somit im Winter am häufigsten Nord- und Nordwestwinde im mittelmeerischen Frankreich, das durch diese mindestens ebenso stark abgekühlt wird wie das östliche Spanien, weil es dem erkältenden Einfluß des Hinterlandes in gleicher Weise ausgesetzt ist wie dieses. Wir finden daher an dieser Stelle das typische Mistralklima in seiner reinsten Ausprägung, und es ist ohne weiteres klar, daß der Winter nicht die Hauptregenzeit für das mittelmeerische Frankreich sein kann, wenn auch die flache französische Hochdruckbrücke während des Winters von Tiefdruckwirbeln, die ihren Weg von der Biskayasee nach dem Mittelmeer nehmen und dem Lande Niederschläge bringen, öfters durchfurcht wird[1]).

Aber auch im Sommer herrscht im größten Teile des mittelmeerischen Frankreich der Nordwind vor, weil eine Zunge hohen Luftdrucks vom Azorenhoch her sich bis Mitteleuropa ausdehnt. Nur die Küste macht eine Ausnahme, weil wir über dem nördlichen Teil des westlichen Mittelmeerbeckens ebenfalls als Fortsetzung des Azorenhochs eine Zunge höheren Druckes vorfinden, so daß das Küstengebiet des mittelmeerischen Frankreich von einer flachen Tiefdruckfurche bedeckt wird. Aus diesem Grunde ist hier im Sommer derjenige Wind am meisten vertreten, bei dem es am seltensten regnet: der Westwind.

Schon aus dieser allgemeinen Charakteristik der Luftdruckverteilung in den beiden extremen Jahreszeiten geht deutlich hervor, daß im Hinterlande des mittelmeerischen Frankreich, im Lyonnais-Gebirge, das sich westlich von Lyon erhebt und das Departement Rhone bildet, die Winde aus polarer Richtung das ganze Jahr hindurch vorherrschen.

Das Minimum der nördlichen Winde fällt in den Herbst, das Hauptmaximum in den Winter, während der Sommer durch ein sekundäres Maximum ausgezeichnet[2]) ist. Aus diesen Tatsachen geht aber der regenfeindliche Charakter der extremen Jahreszeiten so deutlich hervor, daß wir uns auf eine weitere Begründung gar nicht einzulassen brauchen. Es bliebe uns demnach nur noch übrig, die Ursachen zu erörtern, die der Entstehung der hauptsächlich in den Übergangsjahreszeiten fallenden Niederschläge günstig sind. Zum Teil haben wir auch diese schon kennen gelernt.

Was die Luftdruckverteilung in den Übergangsjahreszeiten anlangt, so zeichnet sich diese vor allem dadurch aus, daß der Luftdruck über dem nördlichen Teile des westlichen Mittelmeerbeckens nicht nur absolut, sondern auch relativ fast durchweg der niedrigste über ganz Mittel- und Südeuropa ist. Schon diese Tatsache an sich spricht bis zu einem gewissen Grade für einen zyklonalen Witterungscharakter in jenen Gegenden. Außerdem aber kommen noch folgende Umstände hinzu, durch die die Zyklonenbildung daselbst gefördert werden muß. Im Laufe des Frühlings sinkt der Luftdruck infolge der hier einsetzenden stärkeren Erwärmung über ganz Südwest- und Mitteleuropa verhältnismäßig stark, während er über dem Nordmeere ansteigt, zum Teil auch über Nordeuropa selbst. Das für Südfrankreich ausschlaggebende Tief ist im April am kräftigsten entwickelt und liegt mit seinem Kern zwischen Marseille und Korsika. Dadurch aber werden Bedingungen geschaffen, die für den Durch-

[1]) Vgl. hierüber auch: Gh. Houzel, Climatologie de France. Paris 1913.

[2]) Vgl. hierüber: A. Supan, Statistik der unteren Luftströmungen. Leipzig 1881, S. 65.

zug von Tiefdruckwirbeln am günstigsten in dem provençalischen Tiefland liegen. In der Tat wird die Gegend des nördlichen Mittelmeergebietes zwischen dem Golf von Biskaya und der Balkanhalbinsel in dieser Jahreszeit am meisten von Tiefdruckwirbeln durchzogen, wie bereits van Bebber[1]) eingehend gezeigt hat.

Ähnlich liegen die Verhältnisse für das südliche Frankreich im Herbst. Auch zu dieser Jahreszeit ist der Luftdruck über Südwesteuropa niedrig. Die thermischen Unterschiede zwischen dem Festland und den beiderseitigen Meeren sind in dieser Jahreszeit am allergeringsten. Eine flache Hochdruckbrücke zwischen Spanien und Mitteleuropa ist zwar auch jetzt noch erkennbar. Doch hat diese infolge ihrer schwachen Ausbildung weit mehr den Charakter einer Furche niedrigen Druckes. Denn sie wird besonders im Oktober häufiger von Tiefdruckwirbeln als »Zugstraße« benutzt als in jedem der drei Wintermonate, wenn auch allem Anschein nach nicht so stark wie im Frühjahr. Da jedoch das Meer im Herbst wärmer ist, so ist die Regendichte eine viel größere; die Herbstniederschläge sind daher ergiebiger.

Daß die warmen Vorderseiten der Zyklonen vom Mittelmeer her ihre Feuchtigkeit erhalten, geht aus der Regenwindrose hervor, die Charles Martin[2]) für Montpellier bezüglich der Richtung des Wolkenzuges aufgestellt hat:

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
36	137	113	259	66	14	130	99

Es ist demnach der Hauptregenwind der Wind aus östlicher Richtung im allgemeinen, während bei Südwestwind am seltensten Regen fällt. Im Departement Hérault (zu Montpellier) herrscht aber der Südostwind vornehmlich im April und Mai und dann im August und September, während die Windrichtungen aus Nord, Nordost und Nordwest fast ausschließlich in den Monaten November bis Februar vertreten sind.

Die Apenninenhalbinsel[3]).

Die Apenninenhalbinsel hat unter den Mittelmeerländern zweifellos das günstige Klima infolge ihrer maritimen Lage und ihrer geringen Breite. Denn infolge dieser geographischen Beschaffenheit kommt es im Inneren nicht zu extremen Temperaturverhältnissen, wie auf der Iberischen Halbinsel, der Balkanhalbinsel oder in Kleinasien. Im Innern wird die Apenninenhalbinsel von Gebirgsketten durchzogen, deren Streichen, wenigstens im großen und ganzen, zu den Küstenumrissen parallel erfolgt. Über diesem Bergland, welches auch im Sommer Veranlassung zu regelmäßigeren Niederschlägen gibt, wölbt sich im Vergleich zur Umgebung ein flacher Rücken höheren Druckes auf.

Was die jährliche Regenverteilung in Italien anlangt, so ist nach Hann[4]) der Typus am verbreitetsten, welcher ein sekundäres Frühlingsmaximum, ein Hauptmaximum im Herbst, ein Hauptminimum im Sommer und ein zweites schwaches Minimum im Winter aufzuweisen hat. Ihm gehört der größte Teil Norditaliens an.

[1]) Die Zugstraßen der barometrischen Minima. Met. Ztschr. 1891, Heft 10. Vgl. auch die Karten 15 und 16 auf Tafel 5.

[2]) Met. Zeitschr. 1892 S. 300/304 und 1905 S. 40. Vgl. auch Met. Zeitschr. 1906 S. 426 und 1903 S. 458 über das Klima und den Regenfall zu Perpignan.

[3]) Italien ist, abgesehen vom mittelmeerischen Frankreich, unter den Mittelmeerländern hinsichtlich seiner Regenverhältnisse am besten erforscht. Das hervorragende Werk von Filippo Eredia, Le precipitazioni atmospheriche in Italia dal 1880 al 1905, Roma 1908, enthält 315 Seiten ausführlichen Text sowie Regenkarten für die Monate, Jahreszeiten und das Jahr, ferner die Monatssummen des Regenfalls von 214 Orten nach den einzelnen Jahren aufgeführt, die mittleren Monatssummen, dieselben in Prozenten der Jahressumme ausgedrückt usw. Derselbe Gelehrte hat auch die Windverhältnisse Italiens bearbeitet: I Venti in Italia Revista Tecnica di Aeronautica und Boll d. Soc. Aeron. Italiana 1907, 1908, 1909 Roma 1909.

[4]) Vgl. hierüber: Handbuch der Klimatologie, 3. Aufl., III. Bd., S. 134/136.

Ein großer Teil der Apenninenhalbinsel hat demnach seine bedeutendsten Niederschlagsmengen in den Übergangsjahreszeiten, sei es nun, daß es sich um ein einfaches oder um ein doppeltes Maximum handelt. Natürlich empfängt auch im Winter ein großer Teil Italiens reichliche Niederschläge; vor allem hat der Süden der Halbinsel im Winter seine eigentliche Regenzeit; in Kalabrien und auf Sizilien sind um diese Jahreszeit die Winde aus äquatorialer Richtung die häufigsten, während im Sommer diejenigen aus polarer Richtung ihre größte Häufigkeit aufzuweisen haben: ein Zeichen, daß im Winter die regenbringenden Südseiten vorüberziehender Tiefdruckwirbel das Gebiet oft in ihren Wirkungsbereich ziehen, sei es nun, daß die Zyklonen in westöstlicher Richtung wandern, oder auch, wie es fast nur in der kälteren Jahreszeit geschieht, vom Tyrrhenischen Meere, wo zu dieser Zeit ein ständiger Ausläufer des ligurischen Tiefdrucks lagert, in südöstlicher Richtung ziehen. Das ist namentlich dann der Fall, wenn der hohe Luftdruck mit seinen erkalteten Luftmassen über Osteuropa seinen Wirkungsbereich bis auf die Balkanhalbinsel ausdehnt. Infolgedessen werden die von Westen her kommenden Tiefdruckwirbel gezwungen, nach Südosten auszuweichen. Daß der hohe Luftdruck über dem Osten Europas überhaupt die Veranlassung dafür ist, daß die Tiefdruckwirbel vom Atlantischen Ozean her stärker als sonst zum Mittelmeer gezogen werden, sei hier nur nebenbei erwähnt[1]). So kommt es auch, daß in »Borajahren« die Tiefdruckgebiete über das Mittelmeer südlicher wandern, indem sie die Wasserstraße nach Osten benutzen. Karte 20 auf Tafel 5 gibt ein Beispiel der hier in Frage kommenden Wetterlagen.

Mit einer derartigen Luftdruckverteilung über dem Tyrrhenischen Meere stimmen auch die winterlichen Windverhältnisse vortrefflich überein: im Norden desselben, etwa von Toskana bis Neapel, herrschen im Winter die nördlichen bis östlichen Winde vor, in Kalabrien die südöstlichen, auf Sizilien die aus südlicher bis westlicher Richtung[2]). So kommt es, daß das Niederschlagsmaximum im südlichsten Teile Italiens erst im Winter eintritt, während der Norden der Apenninenhalbinsel etwa bis Neapel hin sein Hauptniederschlagsmaximum schon im Herbst hat. Trotzdem empfängt auch dieser Teil der Halbinsel im Winter reichliche Niederschläge, indem bei dem Vorüberziehen der Zyklonen die vorherrschenden Winde aus nördlicher Richtung dann vorübergehend von westlichen bis südlichen Winden abgelöst werden. Wir haben hier wiederum einen Beweis, daß namentlich im westlichen Italien selbst in der feuchteren Jahreszeit diejenigen Winde nicht die häufigsten sind, bei denen die meisten Niederschläge fallen.

Wenden wir uns dem Norden der Apenninenhalbinsel zu, so haben wir hinsichtlich der jahreszeitlichen Regenverteilung ein eigentümliches Gebiet in der Poebene. Der Gang der klimatischen Verhältnisse dieses Gebietes weist in vieler Hinsicht starke Anklänge an das Klima Mitteleuropas auf. Im allgemeinen bildet die Poebene und ihre Umgebung im Winter den Übergang vom nord- zum südeuropäischen Windsystem; die Windverhältnisse bieten nicht viel Besonderes, da sich die Luftströmungen aus polaren und äquatorialen Richtungen nahezu das Gleichgewicht halten. Es kann aber kein Zweifel darüber sein, daß die Alpen die lombardische Ebene im Winter oft dem Einfluß des isländischen Tiefdruckgebietes entziehen, so daß die Poländer im Winter infolge einer verhältnismäßig ungünstigen geographischen Beschaffenheit im Vergleich zu ihrer geringen Breitenlage ein recht winterliches Klima aufzuweisen haben. Wenn auch im Winter die südwestlichen und westlichen Winde keineswegs weniger häufig auftreten, ja vielfach in dieser Jahreszeit sogar noch ein wenig vorherrschen, so sind die Winter doch auffallend regenarm, ja die trockenste Zeit des Jahres hier überhaupt, weil die aus Westen stammenden Winde schon an den Südabhängen des Apennin den größten Teil ihres Wasserdampfgehaltes abgegeben haben. Dadurch, daß das Kondensationsniveau im Winter in viel geringerer Meereshöhe liegt als in der wärmeren Jahreszeit, wird die Wirkung dieser eigentümlichen geographischen Lage noch gesteigert. Es müssen aber auch aus dem Grunde die Nieder-

[1]) Vgl. hierüber: Thévenet, Recherches sur la prévision du temps en Algérie. Algier 1905.

[2]) Vgl. L. Marini, Luftdruck und Winde über dem Mittelmeere. Meteorolog. Zeitschr. 1915. Heft 7. S. 325. Sowie A. Supan, Statistik der unteren Luftströmungen. S. 109/114.

schläge des Winters geringer sein als in den Übergangsjahreszeiten, weil zu dieser Jahreszeit die regenbringenden Südseiten ausgedehnter Tiefdruckwirbel zumeist ziemlich weit südlich an der Poebene vorüberziehen, wie Karte 19 auf Tafel 5 zeigt. Denn die Bahnen der Tiefdruckwirbel, die über Italien führen, überschreiten, wenn sie nicht zumeist den hindernisfreien Seeweg nehmen, das Tor von Genua, die tiefe Einsattlung der Apenninen daselbst und gelangen hierdurch in die Poebene; oder sie gehen, was weit häufiger der Fall ist, auch von Livorno, wo sich der Sammelpunkt zahlreicher Depressionen befindet, über den Futapaß nach Pesaro, um die Adria zu durchqueren[1]).

In Friaul und im Küstengebiete von Triest und Venedig gestalten sich die Windverhältnisse infolge veränderter Lage zum Meere zwar anders als in der eigentlichen lombardischen Tiefebene, weil hier im Winter das näher liegende Minimum auf dem Adriatischen Meere, von dem keine orographische Schranke scheidet, als Aspirationsgebiet in Kraft tritt. Es sind jedoch auch hier die Niederschläge verhältnismäßig gering, und sie würden noch geringer sein, wenn nicht das Gebirge die von zeitweiligen Seewinden herbeigeführten Wasserdämpfe zu etwas reichlicherer Kondensation zwänge. Denn am Abhange des Karstes wie in Friaul herrschen infolge der Luftdruckverteilung die Nord- und Nordostwinde in außerordentlich hohem Grade vor.

In der Landschaft Emilia und in den Marken herrschen im Winter westliche Luftströmungen vor, d. h. es weht der Wind vom Land zum Meere. Dieser Zustand ist ganz natürlich: Es sind die erkalteten schweren Luftmassen der Poebene und des apenninischen Gebirgslandes, die der warmen Adria, über der Tiefdruck lagert, zuströmen. Supan dachte bereits 1881 in seinem mehrfach genannten Buche »Statistik der unteren Luftströmungen« (S. 111) an die Möglichkeit, daß diese Westwinde aus Nordwestwinden entstünden. Die später von Hann entworfenen Isobarenkarten Süd- und Mitteleuropas bestätigten diese Auffassung vollkommen, da sich im Winter von der Poebene her südwärts, den Rumpf der Halbinsel entlang, zungenförmig hoher Luftdruck ausbreitet.

Im Frühjahr erweist sich auch auf einem großen Teile der Apenninenhalbinsel die fortschreitende Erwärmung für die Entstehung der Niederschläge als günstig, denn fast ganz Nord- und Mittelitalien haben so gut wie ausnahmslos ein sekundäres Maximum der Niederschläge in dieser Jahreszeit aufzuweisen. Am auffallendsten tritt die Erscheinung der kontinentalen Regen in der Poebene sowie am Südrande der Alpen zutage. Der Grund hierfür ist leicht einzusehen; er besteht darin, daß sich hier ein in beträchtlicher Ausbreitung sich erweiterndes Tiefland an den eigentlichen Festlandsrumpf anschmiegt, das überdies durch die Alpenmauer gegen Kälterückfälle im allgemeinen vortrefflich geschützt ist. Dasjenige Gebiet, von dem die Erwärmung der Poebene ausgeht, ist das auch im Winter wärmere Südtirol, über dem sich im Frühjahr ein lokalisiertes Barometerminimum bildet, das sich im Mai über die ganze Poebene ausbreitet. Gleichzeitig hat sich auch das Minimum über dem westlichen Mittelmeerbecken bereits vom März ab vertieft und hat sich weiter nach Norden gezogen. Ein Randtief an seiner Nordostseite, von der Isobare von 760 mm gebildet, greift über den ligurischen Apennin und die Meeralpen hinweg bis in die Gegend von Mailand und Modena. Aus diesem Grunde verzweigen sich im Frühjahr die über das Mittelmeergebiet hinwegführenden Zyklonenbahnen derart, daß sie nicht nur mitten durch die Halbinsel hindurch führen, sondern daß auch über die Poebene selbst sowie am Südabhang der Alpen entlang zahlreiche Tiefdruckwirbel nordostwärts ziehen. Da aber trotz dieser über dem Norden der Halbinsel stattfindenden gesteigerten Zyklonentätigkeit Mittelitalien noch in annähernd demselben Maße wie im Winter von Tiefdruckwirbeln durchzogen wird, so finden wir auch in diesen Gebietsteilen ein sekundäres Maximum der Niederschläge im Frühling. Dabei ist bemerkenswert, daß zwischen der Ost- und Westseite der Halbinsel, wie überhaupt, so auch im Frühjahr die Niederschlagsverhältnisse im allgemeinen keine besonders großen Unterschiede aufzuweisen haben. Immerhin

[1]) Vgl. Jedina a. a. O.

tritt infolge der schnelleren Erwärmung der Westküste das sekundäre Frühlingsmaximum hier schon im März, an der vom Winter stärker abgekühlten Adriaküste ebenso wie in der Poebene und ihrer nächsten Umgebung erst im Mai ein. Wir kommen weiter unten noch auf die Gründe dieser Erscheinung zu sprechen.

Wenn auch das südliche Italien und die Insel Sizilien ihr Niederschlagsmaximum im Winter aufzuweisen haben, so empfangen größere Landesteile dieser Gegenden doch auch noch bis in den Frühling hinein ergiebigere Regenfälle, einerseits deswegen, weil die im Norden vorüberziehenden Tiefdruckwirbel noch ausgedehnt genug sind, um ihren Wirkungsbereich auch auf diese Landschaften mit zu erstrecken, anderseits aus dem Grunde, weil der Zyklonenzug vom Tyrrhenischen Meere nach Südosten erst im Sommer zu erlöschen pflegt.

Im Sommer sind die Luftdruckunterschiede im Bereich des westlichen Mittelmeerbeckens sowie auch über dem Gebiet der Adria ziemlich gering und an Stelle des winterlichen Tiefdrucks finden wir ein flaches Hochdruckgebiet, das wir uns als einen Ausläufer des in seiner Hauptmasse westlich von Spanien gelegenen subtropischen Hochdruckgebietes zu denken haben. Es zieht das ganze westliche Mittelmeerbecken bis zum Gebiet der beiden Syrten sowie ganz Italien in seinen Wirkungsbereich, und unter seinem Einfluß haben auch Korsika, Sizilien, die Balearen und Pityusen völlige Sommertrockenheit. Da auch der Luftdruck über dem westlichen Mitteleuropa infolge des sommerlichen Vorstoßes des Azorenhochs steigt, so wird der Einfluß des isländischen Tiefdruckgebietes auf das westliche Mittelmeer gänzlich ausgeschaltet. Auch Italien hat daher Sommertrockenheit. Nur die Poebene macht insofern eine Ausnahme, als hier auch der Sommer noch regelmäßigere, wenn auch nicht gerade sehr ergiebige Regenfälle bringt. Die Ursache hiervon ist darin zu suchen, daß sich in den Sommermonaten, hervorgerufen durch die beträchtlichen Temperaturunterschiede zwischen Ebene und Gebirgen, ein sekundäres Gebiet niedrigen Luftdrucks erhält, das, wie wir gesehen haben, sich bereits im Mai zu bilden beginnt, das jedoch in größere Höhen nicht hinaufragt. Da gleichzeitig über der Adria der sonst zu allen Jahreszeiten deutlich vorhandene Tiefdruck so gut wie gänzlich verschwunden ist, so erklärt sich auch die sommerliche Häufigkeit der vom kühleren Meere kommenden Winde aus östlicher Richtung über dem östlichen Teile der Poebene, der naturgemäß zugleich feuchter ist als der kontinentalere Westen. Daß im Sommer das Vorhandensein des Apenninengebirges kaum einen sehr ungünstigen Einfluß auf den Regenfall in der Poebene ausübt, geht daraus hervor, daß auch den Landschaften an der Südwestseite des Apennin nicht viel mehr Regen zu dieser Zeit zuteil wird als dem Hinterland. Denn auch der westliche Teil von Mittelitalien, wo sich im Sommer im allgemeinen die nördlichen und südlichen Winde durchschnittlich das Gleichgewicht halten, während von den beiden übrigen Quadranten die Winde aus dem westlichen überhand nehmen, ist zur Zeit des höchsten Sonnenstandes trocken wie die Poebene, abgesehen von den höheren Erhebungen des Apennin. Die Landschaften Emilia und die Marken sind freilich absolut selbst da ziemlich trocken, wo die östlichen Luftströmungen im Sommer vorherrschen. Der sommerliche Hochdruck über dem westlichen Mittelmeer und die ihm entspringenden, mit einer absteigenden Tendenz versehenen Winde erstrecken eben ihren Wirkungsbereich bis zur Adria.

Am stärksten ist natürlich die sommerliche Trockenheit im südlichen Italien ausgeprägt. Denn wenn auch hier die Winde zu dieser Jahreszeit aus westlicher oder vorwiegend nordwestlicher Richtung kommen, so sind sie immer nur abgelenkte Strömungen des verlängerten Passates. Nur im Gebirge finden wir daher auch im Sommer noch ergiebigere und regelmäßigere Niederschläge, z. B. in Perugia 238 mm, in Ariano 149 mm und selbst in Benevent noch 103 mm.

Im Herbst beginnt der Luftdruck von Osteuropa her wieder zu steigen, während der Hochdruckwettercharakter im Bereich des westlichen Mittelmeerbeckens allmählich verschwindet. Da bereits zu Beginn des Herbstes auch die Adria wieder etwas mehr Tiefdruckcharakter aufweist, indem sich die der kühleren Jahreszeit eigentümliche Tiefdruckrinne einstellt, so sind besonders für Mittel- und Norditalien wieder bessere Niederschlagsbedingungen gegeben, ähnlich wie im Frühjahr. Ferner ziehen im Herbst die Zyklonen häufiger als im Winter

auch direkt über Norditalien, wie Karte 18 auf Tafel 5 zeigt. Wir haben daher im Herbst ähnliche Verhältnisse wie im Frühling. Nur muß die Zyklonentätigkeit trotz weniger tiefen Barometerstandes noch allgemeiner und intensiver sein, weil das Barometer namentlich östlich vom Mittelmeer höher steht als im Frühling. Diese Verhältnisse erfahren während des Oktobers noch eine Steigerung und verschärfen sich noch mehr zum November hin; die Zyklonen vertiefen sich immer mehr. Ein neues Tief hat sich außerdem südlich von Italien gebildet, so daß nunmehr auch wieder häufiger Tiefdruckwirbel vom westlichen Mittelmeer südostwärts wandern[1]), während im September über Sizilien noch hoher Druck lagerte. Da gleichzeitig der Luftdruck über Nordafrika gestiegen ist, so haben sich auch noch dadurch die Luftdruckunterschiede verstärkt. Daher kommt es, daß nunmehr auch in ganz Süditalien die eigentliche Regenzeit eingetreten ist, nachdem hier schon im Oktober reichlichere Regen eingesetzt haben. So haben wir im ganzen Umkreis des westlichen Mittelmeerbeckens im Herbst, besonders natürlich in den nach diesem Meere sich abdachenden Landschaften, die Hauptregenzeit.

Was die räumliche Regenverteilung und ihre Ergiebigkeit während der einzelnen Jahreszeiten anlangt, so zeigt sich nach Eredia naturgemäß im allgemeinen eine Zunahme der Regenmenge mit der Entfernung von der Küste und der Annäherung an den Kamm der Apenninen. Auf der Mittelmeerseite nehmen die Winter- und Herbstregen mit der Entfernung von der Küste im allgemeinen ab, die Frühlings- und Sommerregen nehmen zu. Auch die Ostseite, d. h. die Abdachung zur Adria, hat allem Anschein nach geringe Unterschiede in dieser Beziehung aufzuweisen. Es heben sich daher, wie Hann wohl mit Recht vermutet, die zunehmende Entfernung von der Küste und Annäherung an das Gebirge in ihren Einflüssen teilweise auf. Immerhin ist an der kontinentaleren Adria der Sommer wenigstens relativ etwas regenreicher, der November und Dezember dagegen regenärmer, ebenso Februar und März. Das sekundäre Frühlingsmaximum tritt an der Mittelmeerküste im März ein, im Innern und an der Adria im Mai.

Wenn die Landschaft Apulien und die nördlich sich anschließenden Küstenteile der südlichen Marken die am wenigsten gut bewässerten Teile der Halbinsel darstellen, so liegt das nicht nur an der südlichen Lage, sondern auch daran, daß es ein Regenschattengebiet im Bereich der Winde aus westlicher Richtung ist, und daß anderseits das Adriatische Meer für die ganze östliche Abdachung der Halbinsel als Feuchtigkeitsspender ersten Ranges überhaupt nicht in Frage kommt. Nord- und Ostwinde aber, die das Gebirge mehr oder weniger senkrecht treffen, haben auch im östlichen Italien vielfach antizyklonalen Charakter. Daß jedoch die Ostküste sich in bezug auf die jahreszeitliche Verteilung des Regenfalles nicht sehr bedeutend von der Westküste unterscheidet, worauf wir wiederholt hingewiesen haben, liegt darin begründet, daß das westliche Mittelmeerbecken zufolge der ihm charakteristischen Luftdruckverteilung eine klimatische Einheit bildet, und zwar von der Ostküste Spaniens bis zur Westküste der Balkanhalbinsel. Die langgestreckte Apenninenhalbinsel vermag es nur wenig zu modifizieren; ihr Vorhandensein führt nur zu einer Zweiteilung des das westliche Becken in der kühleren Jahreszeit charakterisierenden Tiefdrucks: zur Entstehung des ligurisch-tyrrhenischen Minimums im Westen und des adriatischen Tiefdrucks im Osten; verstärkt sich das eine Luftdruckgebilde, dann ist dasselbe auch beim anderen der Fall, und umgekehrt. Denn im Sommer, wo über dem Ligurischen und Tyrrhenischen Meer kein Tiefdruck vorhanden ist, sondern sich hoher Druck ausbreitet, ist auch das Adriatief so gut wie gänzlich geschwunden und auch dieser Meeresteil bekommt die Einwirkung des westlichen Hochdrucks zu spüren, abgesehen davon, daß das sommerkühle Adriatische Meer selbst den Ursprung des verlängerten Passates ziemlich weit nach Norden verlegt. Eine derartige Luftdruckverteilung erklärt ohne weiteres die Tatsache, daß in Ligurien und Westitalien die nördlichen Winde im Winter, die südlichen im Sommer am häufigsten sind, während in Kalabrien und Sizilien das umgekehrte Verhältnis eintritt.

[1]) Vgl. Karte 20 auf Tafel 5.

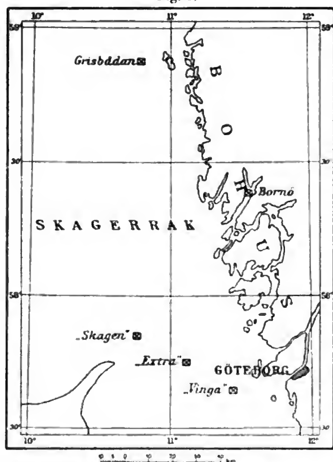
Bewegungen des Tiefenwassers an der Küste von Bohuslän im November 1915.

Hierzu Tafel 6.

Eines der wichtigsten Resultate der schwedischen Meeresforschung der letzten Jahre ist die Entdeckung der ebenso schnellen als radikalen Veränderungen, welche sich in der hydrographischen Situation unserer Fjorde beinahe unaufhörlich abspielen. Seit Februar 1909 wird an unserer Versuchsstation Bornö die Anordnung der Schichten verschiedenen Salzgehalts im Wasser des Gullmarfjords täglich untersucht. Die Resultate dieser Observationsreihen, welche in mehreren Abhandlungen von O. Pettersson[1]) und anderen veröffentlicht worden sind, zeigen, daß diese Schichten in einer dauernden Bewegung stehen, daß sie sich zurückziehen, verschwinden, wiederkommen und anschwellen, indem sie sich gegenseitig verdrängen. Man erhält den Eindruck von gewaltigen Unterseewogen (internen Wellen), welche langsam von außen in die Bornö umgebenden Teile des Fjordbeckens hereinrollen und sich wieder zurückziehen. Die dabei beobachteten Niveauänderungen der Schichtgrenzen können im Laufe von ein paar Tagen Werte von 20 bis 30 m oder noch mehr erreichen.

Es erhebt sich nun die Frage, ob diese großen Verschiebungen lokalen Charakters sind, die sich nur im Gullmarbecken selbst und in der unmittelbaren Umgebung seiner Mündung im Skagerrak abspielen, oder ob sie einen Teil einer allgemeinen, die ganze Küste von Bohuslän sowie die umgebenden Meeresgebiete, das Skagerrak und Kattegat, umfassenden Bewegung der unteren Schichten des Meeres bilden. Zwar erscheint es a priori unwahrscheinlich, daß so beträchtliche Veränderungen sich nicht gleichzeitig auch bei anderen, außerhalb des Gullmarfjords gelegenen Orten bemerkbar machen sollten. Dennoch haben sowohl theoretische als experimentelle Untersuchungen des schwedischen Gelehrten Nils Zeilon[2]) erwiesen, daß auch innerhalb des relativ kleinen Fjordbeckens ganz beträchtliche Niveauschwankungen der Schichtgrenzen entstehen können.

Fig. 1.



Augenscheinlich kann diese Frage nur durch längere Reihen von an anderen Orten vorgenommenen Parallelbeobachtungen entschieden werden. Allerdings wirkt der sowohl für das Einsammeln als für das Analysieren einer so beträchtlichen Menge von Wasserproben erforderliche Arbeitsaufwand zuerst etwas abschreckend.

Indessen existiert schon eine derartige Parallelbeobachtung von dem Leuchtschiff „Skagen", wo am 16. Oktober 1910 eine große Erhebung der unteren salzreichen Schichten beobachtet wurde, die auch bei Bornö im Gullmarfjord gleichzeitig eintrat. Die eine Woche später bei Skagen erfolgende Wiederholung des Phänomens in kleinerem Maßstabe schien bei Bornö nur angedeutet zu sein.

Um die Verbreitung dieser internen Bewegungen in unseren Meeresteilen eingehender studieren zu können, hat die Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommission nach einem von mir vorgeschlagenen Plan eine synoptische Untersuchung der Bewegung der tieferen

[1]) Publications de Circonstance Nr. 47, Kopenhagen 1909. Auch Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter, Bd. V.

[2]) Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter, Bd. V.

Schichten während des Novembers 1915 ausführen lassen. Während dieses Monats, der sich gewöhnlich durch besonders lebhafte Verschiebungen der Schichten auszeichnet, wurden außer bei Bornö auch vom Leuchtschiff „Grisbådan", das unweit der norwegischen Grenze in etwa 20 km landferne verankert ist, täglich hydrographische Tiefenlotungen ausgeführt. Um auch die Bewegungen der Schichten im offenen Meere zu verfolgen, wurde der Untersuchungsdampfer „Skagerrak" zur Verfügung gestellt, um möglichst oft hydrographische Lotungen bei drei von den schwedischen, an der Linie Göteborg—Skagen belegenen „Stationen" auszuführen. In der Kartenskizze (siehe Figur 1) werden die Positionen dieser fünf Beobachtungsstationen angegeben.

Dem Befehlshaber des Untersuchungsdampfers, Kapt. z. S. G. Ridderstad, verdanke ich die Überwachung der an Bord ausgeführten Beobachtungen. Wegen ungewöhnlich rauhen Wetters gelang es nur etwa jeden dritten Tag die Fahrt Göteborg—Skagen oder vice versa mit vollständigen Beobachtungen auszuführen. Das Material von diesen drei letzten Stationen ist darum viel weniger komplett als dasjenige von den beiden festen Stationen, Bornö und Grisbådan, wo täglich observiert wurde.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht der geographischen Positionen der fünf Stationen sowie von den Tiefen, in denen die Wasserproben genommen wurden. Diese wurden nach der von der Internationalen Meeresforschung ausgearbeiteten Methode von Herrn E. Sundblad analysiert. Etwaige Fehler bei diesen Analysen dürfen nur ausnahmsweise ein paar Einheiten der letzten Dezimale übersteigen.

Tabelle I.

	„Bornö"	„Grisbådan"	„Skagen"	„Extra II"	„Vinga"
N-Br.	58° 23′	58° 53′	57° 51′	57° 45′	57° 41′
O-Lg.	11° 35′	10° 48′	10° 46′	11° 5′	11° 24′
Totaltiefe	30 M.	80 M.	90 M.	43 M.	90 M.
Tiefen der Beobacht. in M.	0, 5, 10, 15, 20, 30.	0, 10, 15, 20, 30, 40, 50.	0, 5, 10, 15, 20 und jeder 10. M. bis zum Boden.		

Bei Bornö wurden außerdem auch einige Beobachtungen in der Tiefe 40 M. (38 M.) und 50 M. (45 M.) gemacht.

Das Resultat der Untersuchung wird durch die Diagramme in Tafel 6 veranschaulicht, welche zeigen, wie die Niveaus der verschiedenen Isohalinen (aus den gefundenen Salzgehalten der Beobachtungstiefen durch Interpolation berechnet) sich von einer Observationsreihe bis zur nächsten verändern (bei Bornö und Grisbådan von Tag zu Tag). Jeder Punkt, der durch derartige Interpolation gefunden wurde, ist mit einem kleinen Kreis angedeutet, und durch diese Kreise sind glatte Kurven gezogen worden. Wo die Punkte aber durch Extrapolation erhalten sind, oder wo der Gang einer Kurve aus anderen Gründen nicht ganz sicher erscheint, werden diese Kurven nur punktiert. Die dicke Kurve repräsentiert die zeitlichen Niveauschwankungen der 33‰ Isohaline, die feineren Kurven die der Isohalinen von 28‰, 30‰, 32‰, 34‰ und 35‰.

Diskussion der Ergebnisse.

Zuerst vergleiche man die Diagramme von Bornö und Grisbådan, wo täglich beobachtet werde. Die große Ähnlichkeit zwischen dem allgemeinen Habitus der beiden Kurven tritt sehr stark hervor. An beiden Orten zeigen die Isohalinen während der ersten Hälfte des Monats einen beträchtlichen Niedergang bis zu einem ausgeprägten Minimum um den 12. und 13. November. Auch der absolute Betrag dieser Depression ist an beiden Orten derselben Größenordnung, die 33‰ Isohaline senkt sich von der Oberfläche bis zu 35 oder 40 M. Tiefe. Nach dem 13. erheben sich die Isohalinen sehr schnell, bei Bornö bis zu einem Maximum der 33‰ Isohaline am 21. November, während die Kulmination der Isohalinen bei Grisbådan nicht so bestimmt festgestellt werden kann. Gegen Ende des Monats bemerkt man eine neue abrupte Steigerung der Kurven (besonders ausgeprägt bei Bornö, wo

ihr ein deutliches Minimum vorangeht), der in den letzten Tagen des Monats ein jäher Absturz folgt.

Soweit herrscht Übereinstimmung. Die individuellen Abweichungen der Einzelheiten beider Diagramme sind aber auch augenfällig. So sieht man z. B. bei Bornö ein scharfes sekundäres Maximum am 10., dem ein ebenso deutliches Minimum am 8. vorangegangen ist, welch letzteres dadurch besonders interessiert, daß am selben Tage eine sehr seltene Erscheinung, Wasser von 35°/₀₀ Salzgehalt in 50 M. Tiefe, bei Bornö gefunden wurde. Auch am 13. tritt ein sekundäres Maximum bei Bornö auf, am deutlichsten in der 33°/₀₀ Isohaline, am selben Tag wo die Isohalinen bei Grisbådan ihren tiefsten Stand erreichten.

Bei Grisbådan sieht man nur ein Anzeichen eines sekundären Maximums am 9. oder 10., wogegen vier Tage früher eine bedeutende Erhebung von sämtlichen Isohalinen eintrat. Es erscheint nicht unmöglich, daß dieselbe mit dem zwei Tage später erfolgenden Anschwellen von 35°/₀₀ Wasser bei Bornö korrespondiert. Nach dem großen Minimum am 13. sieht man in dem Grisbådan-Diagramm eine Reihe von sehr interessanten sekundären Maxima, besonders deutlich in den 33°/₀₀ und 34°/₀₀ Isohalinen, wellenartige Bewegungen von zweitägiger Periode, welche die ganze Zeit vom 14. bis zum Ende des Monats andauern. In der Bornö-Kurve macht sich dabei keine entsprechende Bewegung bemerkbar, obwohl ähnliche Schwankungen des Tiefenwassers daselbst sonst häufig genug sind.

Man kann das Hauptresultat dieses Vergleichs in wenige Worte zusammenfassen:

1. Die großen, lange andauernden Niveauänderungen der Isohalinen mit einer Periode von etwa einer bis zwei Wochen sind unzweifelhaft für beide Orte gemeinsam.

2. Daneben treten aber in jedem der Diagramme individuelle Verschiedenheiten auf, welche wahrscheinlich auf lokale Verhältnisse zurückzuführen sind. Unter diesen gibt es bei Grisbådan eine Art ausgeprägt periodischer Bewegungen mit einer Periodenlänge von etwa zwei Tagen, während die analogen Bewegungen bei Bornö, wenn sie überhaupt periodischen Charakters sind, eine Periodizität von drei bis vier Tagen haben dürften.

Wenn man auch die Diagramme der landfernen Stationen berücksichtigt, so sieht man, daß an sämtlichen drei Beobachtungsorten ein scharfes Minimum der Isohalinen um den 13. des Monats eintrat, dem je ein deutliches Maximum vorangeht und folgt, welche am schärfsten bei Skagen auftreten, wo auch der Zeitverlauf zwischen den beiden Maxima am größten erscheint. Am 24. und 25. zeigt sich wie bei Bornö ein neues, von einer steigenden Tendenz gefolgtes Minimum.

(Die Beobachtungen wurden bei Skagen am 25., bei „Extra II“ und „Vinga“ am 27. beendigt).

Weil die Beobachtungen von den drei landfernen Stationen so verstreut vorliegen, können sichere Schlüsse auf individuelle Verschiedenheiten zwischen diesen Diagrammen kaum gezogen werden. Es erscheint indessen, als ob die Amplituden der Niveauänderungen von Skagen, wo sie am größten erscheinen, bis Vinga, wo sie relativ abgestumpft vorkommen, bedeutend abnähmen.

Soviel man aus der vorliegenden, allerdings relativ kurzen Beobachtungsreihe schließen kann, unterliegen also die Wasserschichten im ganzen System Skagen—Vinga—Grisbådan gemeinsamen internen Bewegungen allgemeinen Charakters mit beinahe gleichzeitigen bis etwa einen halben Monat andauernden Erhebungen des Tiefenwassers. Auf diese generellen Bewegungen superponieren sich, wenigstens im Küstengebiet, individuelle Schwankungen der Schichtgrenzen, die wahrscheinlich nur innerhalb relativ begrenzter Lokalitäten gleichförmig ausfallen. Ob diese letzten Bewegungen seicheartigen Charakters sind, also stehende interne Wellen in begrenzten Fjordbecken oder Meeresbuchten darstellen, kann nur durch künftige Untersuchungen in größerem Maßstabe entschieden werden. Allerdings scheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß auch die generellen Bewegungen auf stehende Wellen des ganzen Meeresgebiets Kattegat—Skagerrak (und vielleicht auch angrenzender Teile der Nordsee) zurückgeführt werden können.

Die oberste Kurve gibt die Variationen im Barometerstand (Tagesmittel) während des Monats nach einem auf Bornö aufgestellten Barographen. Die Konformität dieser Kurve mit dem Gang der 33‰ Isohaline ist sehr auffallend. Aus dieser Tatsache auf einen Kausalzusammenhang zwischen beiden Erscheinungen zu schließen, wäre gewiß verfrüht. In einer künftigen Arbeit hoffe ich den etwaigen Parallelismus zwischen meteorologischen Faktoren und Bewegungen des Tiefenwassers an Bornö näher verfolgen zu können.

Praktische Bedeutung der internen Bewegungen.

Daß ein enger Zusammenhang zwischen hydrographischen Veränderungen und biologischen Phänomenen, namentlich dem Auftreten und Verschwinden der großen Heringsschwärme an der Küste von Bohuslän, besteht, ist durch mehrere Arbeiten von G. Ekman,[1] O. Pettersson[2]) u. a. schon längst festgestellt worden.

So werden die Bohuslänschen Winterheringe beinahe immer im Wasser von ziemlich begrenztem Salzgehalt (etwa 32‰ bis 34,5‰) und bei einer Temperatur von 3° bis 8° angetroffen. Die beträchtlichen Verschiebungen, welchen die Wasserschichten in kurzer Zeit unterworfen sind, müssen dann auf das Vorkommen von Heringsschwärmen in geringerer oder größerer Landferne, bzw. in größeren oder kleineren Tiefen[3]), einen direkten Einfluß ausüben. Dadurch gewinnt das Studium dieser internen Bewegungen auch ein großes praktisches Interesse, da ja die Ausbeute der Fischerei in einer einzigen Nacht auf Werte von einer Million Mark steigen kann.

Es ist allerdings unmöglich, jede einzelne Fluktuation in den Heringsfängen mit gleichzeitigen hydrographischen Beobachtungen in Beziehung zu setzen, da ja eine besondere hydrographische Situation zwar eine notwendige aber gar nicht eine zureichende Bedingung für die Fischerei ausmacht. Selbst bei einem massenhaften Auftreten von riesigen Heringsschwärmen in unmittelbarer Küstennähe kann die Fischerei durch schlechte Witterung, starke Strömungen im Wasser oder ungünstige Bodenverhältnisse während mehrerer Tage gänzlich verhindert werden. Nur soviel könnte man erwarten, daß besonders reiche Fänge mit einer Anschwellung des „Heringswassers" (um 33‰) in der Küstennähe koinzidieren werden.

Durch das freundliche Entgegenkommen des Herrn Fischereiintendanten Dr. K. A. Andersson, Mitglied der Kommission, habe ich die folgende etwas abgekürzte Statistik der Heringsfänge im Monat November 1915 erhalten. Diejenigen Fänge, welche nicht 1000 Hl pro Tag erreichten, sind ausgeschlossen worden.

1. Nov.	2500 Hl.
2. «	2000 Hl.
3. «	— Sturm.
4. «	1800 Hl.
5. bis 15. «	unbedeutende Fänge, ziemlich stürmisches Wetter; am 8. und 12. Sturm.
16. «	5000 Hl.
17. Nov.	3000 Hl.
18. «	— Sturm.
19. «	3000 Hl.
20. bis 26. «	unbedeutende Fänge; oftmals stürmisches Wetter.
27. «	10000 Hl.
28. bis 30. «	unbedeutende Fänge.

Die größten Fänge wurden also am 16. bis 17. (8000 Hl) sowie am 27. (10000 Hl) erhalten. Bei diesen Gelegenheiten wurde beinahe die Hälfte der Totalausbeute des ganzen Monats erhalten. Aus den Diagrammen ersieht man, daß die erstgenannte Gelegenheit mit dem zweiten Maximum der Isohalinen zusammenfällt. Bei dem zweiten und größten Fang, der unweit Vinga gemacht wurde, sieht man dort ein großes Anschwellen des Wassers von über 33‰, das an diesem Tage von der Oberfläche bis zu 60 M. Tiefe eine Rekordmächtigkeit erreichte. Tabelle II gibt die beobachteten Salzgehalte und Temperaturen am 16. und 27. November, verglichen mit den entsprechenden Werten des großen Minimums am 13., wieder.

[1]) Hydrografiska undersökningar vid Bohuskusten. Göteborg 1880.
[2]) Der Fischerbote, Mai 1913. Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter, Bd. V.
[3]) Wenn die Heringe zu tief stehen, können sie nicht mit den gewöhnlichen Waden, sondern nur mit Schleppnetzen gefangen werden.

Tabelle II.

Tiefe M.	13. November		16. November		27. November	
	Salzgehalt ‰	Temperatur °	Salzgehalt ‰	Temperatur °	Salzgehalt ‰	Temperatur °
0	26.33	6.80	24.96	5.71	33.12	6.17
10	27.59	6.83	32.56	6.98	33.19	6.42
15	31.87	6.90	33.24	6.94	33.21	6.64
20	33.06	6.75	33.30	6.90	33.26	6.88
30	33.71	6.59	33.31	6.88	33.33	6.98
40	33.86	6.65	33.51	6.85	33.58	7.40
60	34.31	6.78	33.86	6.79	33.96	7.28
80	34.97	7.20	34.42	6.72	34.47	7.28

Das vorliegende Material widerspricht also wenigstens nicht der Auffassung, daß die Anordnung der Wasserschichten einen entscheidenden Einfluß auf die Heringsfischerei ausübt. Um so wichtiger erscheint deshalb die Aufgabe, durch ausgedehnte synoptische Daueruntersuchungen in größerem Maßstabe die internen Bewegungen im Meere zu studieren, unter besonderer Rücksicht auf die gleichzeitigen Fluktuationen in dem Vorkommen von Heringen, sowohl was die Lokalität als die Tiefe betrifft. Vielleicht wäre es sogar möglich, durch frühzeitiges Erkennen eines Anschwellens der unteren Schichten zu einer Art von praktisch wertvoller Fischereiprognose zu gelangen.

Ich hoffe, daß diese Untersuchungen schon im nächsten Herbst und Winter während längerer Zeit und bei einer größeren Anzahl von Beobachtungsorten fortgeführt werden können. Wie die Technik dieser Arbeit durch besondere instrumentelle Hilfsmittel möglichst vereinfacht werden soll, werde ich in einer künftigen Mitteilung beschreiben.

Zusammenfassung.

I. Die Resultate einer ersten synoptischen Daueruntersuchung der internen Bewegungen des Meerwassers vor der Bohuslänschen Küste im November 1915 werden kurz referiert.

II. Es hat sich dabei ergeben, daß diese Bewegungen teils relativ kurzdauernd und von lokalem Charakter, an jedem Beobachtungsort verschieden sind, daß sie teils generellen, das ganze Meeresgebiet umfassenden Veränderungen von längerer Dauer (1 bis 2 Wochen) und beträchtlicherer Amplitude (Niveauschwankungen von mehr als 30 M.) entsprechen.

III. Zwischen den „generellen" Niveauänderungen der Isohalinen und der Barometerkurve des gleichen Beobachtungsortes (Bornö) wurde ein auffallender Parallelismus festgestellt.

IV. Die hydrographischen Veränderungen scheinen mit gleichzeitigen Fluktuationen der Heringsfischerei zu korrespondieren.

Oceanografiska Institutionen. Göteborgs Högskola. März 1916.

Hans Pettersson.

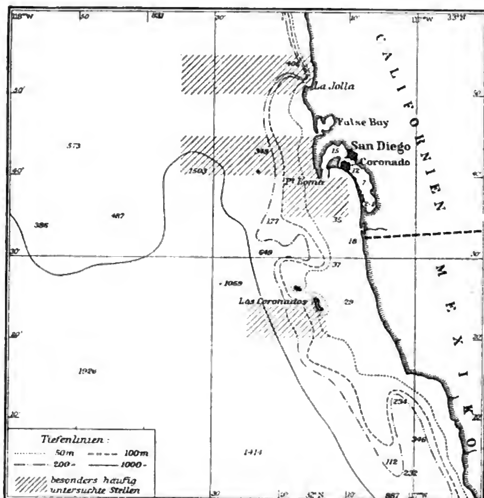
Meeresuntersuchungen im Stillen Ozean vor der Bucht von San Diego, Californien.

Die Vereinigten Staaten von Nordamerika haben von jeher dem von ihnen militärisch kontrollierten nordöstlichen Quadranten des Stillen Ozeans auch diejenige wissenschaftliche Tätigkeit gewidmet, die von einem geordneten Staatswesen immer zu erwarten ist, wenn die Interessen des Seeverkehrs und der Großfischerei von dieser Seite entsprechende Pflege und Förderung finden sollen. Von den bahnbrechenden Lotungsreisen der »Tuscarora« in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts bis zu den biologischen Forschungsexpeditionen des berühmten Alexander Agassiz auf dem ebenso bekannten Dampfer »Albatroß«

der U. S. Fish Commission noch in neuerer Zeit haben die Vereinigten Staaten die Grundlagen unserer bisherigen Kenntnisse von diesem Weltmeere zu einem wesentlichen Teile beschafft, besonders auf der östlichen Seite, von Süd-Breite bis hinauf zu den Gewässern um Alaska im Bering-Meer.

Daneben ging, auch schon seit einigen Jahrzehnten, die Einzelforschung auf räumlich beschränktem Gebiet, aber zeitlich durch Jahre und Jahreszeiten wiederholt. Die Vertreter der Zoologie an der Universität in Berkeley, Californien, und andere Mitarbeiter haben sich in dieser Hinsicht hervorragende Verdienste erworben, z. B. um die Erkundung der Naturverhältnisse des schon klimatisch so merkwürdigen Golfes von San Francisco und seiner Umgebung. Auch in der äußersten Südecke der vereinsstaatlichen Gewässer bei San Diego, unmittelbar an der Grenze gegen Mexiko, besteht in der sogenannten **Scripps Institution** eine wissenschaftliche Einrichtung zur Erforschung der vor der Bucht von San Diego in näherer und weiterer Umgebung ausgebreiteten Gewässer des Stillen Ozeans; die Organisation hat in **La Jolla**, nördlich von der Stadt, wie wir noch sehen werden, ihre maritim-zoologische Station an Land.

Fig. 1.



Tiefenverhältnisse in der Gegend vor San Diego.

Das bisher in 12jähriger Tätigkeit von hier aus gewonnene hydrographische Tatsachenmaterial ist vor kurzem in einem Bande der Veröffentlichungen der Californischen Universität rein tabellarisch und chronologisch zusammengefaßt worden[1]), da die beiden Herausgeber, der Zoologe Michael und der Hydrograph Mc Ewen, zunächst nur beabsichtigten, die wichtigsten Daten, Zeit und Ort der Stationen, Temperatur, Salzgehalt und Dichte des Meereswassers an diesen Stationen zu geben, um so den sehr häufigen Anfragen von Fachgenossen zu begegnen. Eine Bearbeitung nach bestimmten Gesichtspunkten hat also offenbar noch nicht stattgefunden, und es ist für den Draußenstehenden recht schwer oder doch mindestens recht mühsam, aus dem gewaltigen Zahlenmaterial allgemein interessierende Ergebnisse, geordnet z. B. durch geographische Methoden, abzuleiten. Immerhin möge dies auf den folgenden Seiten in vorläufiger Art und Weise versucht werden, weil ein sonst ganz unbekanntes Gebiet hier uns

[1]) University of California Publications in Zoology, Vol. 15, Nr. 1: Hydrographic, Plankton and Dredging records of the Scripps Institution for biological research of the University of California 1901—1912, compiled and arranged under the supervision of W. E. Ritter by Ellis L. Michael, Zoologist and Administrative Assistant, George F. Mc Ewen, Hydrographer. Berkeley, July 1915. pp. 1—206. 4 Fig. 1 map.

näher gebracht wird, wobei wir gern erwarten, daß die Amerikaner selbst in absehbarer Zeit eine vollkommene Bearbeitung noch liefern werden.

Voraus gehen einige Angaben zur Geschichte und Methodik dieser amerikanischen Untersuchungen vor San Diego.

San Diego, nur etwa 25 km von der mexikanischen Grenze entfernt, liegt unter rund 32° 45′ N-Br. Das am besten erforschte Meeresgebiet geht im allgemeinen nicht über das Gradfeld 32 bis 33° N-Br., 118 bis 117° W-Lg. hinaus (s. Fig. 1); es handelt sich also um geographische Breiten, die etwa den atlantischen der marokkanischen Küste von Tanger südwärts entsprechen würden. Doch beschränken sich die Arbeiten durchaus nicht streng auf diese Gegend; die ganze weite Meeresbucht von Kap Conception ab (34° 27′ N), in der die Inseln Santa Cruz, Santa Rosa, Santa Catalina (zeitweise hier das zoologische Laboratorium zu Avalon) u. a. m. liegen und an deren flachgeschwungenem Gestade auch San Pedro mit Los Angeles im Binnenlande als wichtiger Hafenplatz bekannt ist, wurde in die Erforschung der Fauna des Stillen Ozeans häufig hineingezogen.

Dabei war die Gesamtheit dieser Untersuchungen im Süden wieder nur ein Teil der vom Department of Zoology der Universität zu Berkeley verantwortlich geleiteten allgemeinen Meereserforschung des Pazifischen Ozeans, die nordwärts bis zum Puget-Sund, zeitweise sogar bis Alaska ausgedehnt wird. Aus ganz kleinen, bis 1891 zurückgehenden Anfängen wuchs allmählich eine feste Organisation heraus; an die Stelle von offenen Booten, später von kleinen Schoonern und Scripps Jacht »Loma« trat 1908 das gut ausgestattete Forschungsfahrzeug »Alexander Agassiz«, und damit begann die systematische Arbeit, mit neuer Ausrüstung und nach neuen Methoden.

Der »Agassiz« stellt ein als Schoner getakeltes, 28 m langes und 1,5 m tiefgehendes Schiff dar, besitzt Doppelschrauben, die von Gasolinmotoren getrieben werden, kann 9 Personen unterbringen und ist natürlich mit einer großen Dredge-Winde, Lotmaschinen, Laboratorium, Netzen aller Art u. s. f. versehen. »Agassiz« ist offenbar nicht unerheblich größer als das neue, für die zoologische Station in Rovigno bestimmte deutsche Forschungsfahrzeug »Albatroß« (s. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde Berlin 1915, S. 468).

Der »Alexander Agassiz« hat übrigens auch zwei größere Reisen ausgeführt; gleich im ersten Jahre, 1908, eine nach Süden bis Guadalupe und den Cerros-Inseln (27° N), und im Jahre 1912 eine mehrmonatige nach Norden über San Francisco bis zum Puget-Sund. Seinen regelmäßigen Arbeiten in den Gewässern vor San Diego kommt das überaus gleichmäßige Klima, die im ganzen sehr ruhige Witterung dieser Gegenden, zugute. So liegt ozeanographisches Material aus fast allen Monaten des Jahres vor.

In La Jolla, einem etwa 25 km nördlich von San Diego, aber frei und unmittelbar am Ozean gelegenen Orte, ist seit 1905 die zoologische Station eingerichtet, für die E. W. Scripps erst eine Jacht, dann wohl auch sonstige Mittel bereit gestellt hat: daher die Bezeichnung »Scripps institution for biological research«.

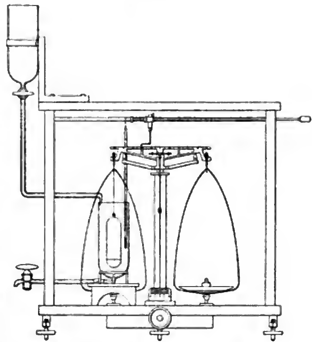
Die Beschreibung der für die pelagische Fischerei und die Grundfischerei verwendeten Netze ist nur sehr kurz. Erwähnt sei eine instrumentelle Vereinigung des Kofoidschen Schließnetzes mit zwei Ekmanschen Wasserschöpfern — deren einer zwei Richtersche Tiefseethermometer trägt — und mit einem Ekmanschen Strommesser: angeblich hat die Kombination von diesen sechs Tiefseeapparaten recht befriedigend gearbeitet. Dabei soll der Strommesser nicht als solcher dienen, sondern die Anzahl Meter angeben, durch die das Schließnetz tatsächlich hindurch gezogen ist, was bei starker Abtrift allerdings nicht ohne weiteres ermittelt werden kann. Es setzt eine solche Benutzung des Ekman-Apparates natürlich voraus, daß das Fahrzeug treibt und nicht vor Anker liegt, denn sonst würde etwaiger Strom auch registriert werden.

Die bei der ozeanographischen Arbeit befolgten physikalischen und chemischen Untersuchungsmethoden, deren Beschreibung in großer Ausführlichkeit, ja Weitschweifigkeit auch manches ganz Bekannte bringt, weichen von den unter den europäischen Fachgenossen üblichen ab; dies muß Wunder nehmen, da die

von der internationalen Vereinigung geschaffenen Grundlagen und Tabellen überaus bequemes, sicheres und genaues Arbeiten gestatten und schon seit 1901 vorliegen, also seit dem Jahre, in welchem man in Diego die Meeresforschung allmählich begann. Erst von Mitte Juli 1910 wurden allgemein die Richterschen Umkehrthermometer zur Messung der Tiefentemperaturen benutzt. Daß »Scripps Institution« bei den Bestimmungen des spezifischen Gewichtes des Seewassers schließlich die Aräometer, weil sie zu ungenaue Ergebnisse liefern, aufgegeben hat, ist verständlich. Aber daß auch die indirekte Messung von σ_t, die in Europa fast allgemein benutzte und tausendfach bewährte Chlortitrierung keine Gnade gefunden hat, überrascht. Der mittlere Fehler eines durch Titration gefundenen σ_t wird von Mc Ewen zu 0.00007 angegeben, häufig seien Fehler von 0.0001 gewesen; in Salzgehalt-Promille ausgedrückt, bedeutet das einen mittleren Fehler von 0.08 ‰, in den besonderen Fällen aber einen Fehler von 0.12 ‰! Diese Zahlen bleiben weit unter der sonst überall erreichten Genauigkeit, die auf ± 0.03 ‰ beziffert werden kann. Die von den Verfassern erörterte Vermutung, daß für das Wasser der Diego-Bucht der Chlorkoeffizient 1.8050 vielleicht keine strenge Gültigkeit habe, wie das F. Nansen 1906 für das Barents-Meer wahrscheinlich gemacht habe, findet in den Vergleichsreihen einer Tabelle von pyknometrisch und titrimetrisch bestimmten σ_t noch keine Stütze.

Nun, jedenfalls haben die amerikanischen Meeresforscher von San Diego die Chlortitrierung aufgegeben, »zumal die für die Titrierung notwendige Zeit ebenso groß ist als die für eine Pyknometerwägung«. Die meisten σ_t sind daher, natürlich nur im Laboratorium, durch Pyknometer ermittelt.

Fig. 2.



Eintaucharäometer mit Wage.

Um aber bei genügender Genauigkeit die Schnelligkeit der Arbeit für σ_t zu steigern — auf Schnelligkeit wird offenbar in San Diego großes Gewicht gelegt — hat Mc Ewen zuletzt 1912 noch einmal auf das Aräometerprinzip zurückgegriffen, allerdings auf das von F. Nansen in der neueren Ozeanographie wieder eingeführte, voll eingetaucht schwimmende »Immersionsaräometer«[1]), das ja an sich eine erheblich größere Genauigkeit als die gewöhnlichen Aräometer verbürgt. Während aber Nansen zur Erreichung des Schwebens eben unter der Wasseroberfläche feinste Platingewichtchen auf den Stengel auflegt und auch an Bord bei Seegang nach dieser Methode gearbeitet hat, hängt Mc Ewen das voll eingetauchte Aräometer (einen kleinen Glaszylinder von etwa 25 ccm Inhalt) mittelst eines feinen Silberdrahtes von 0.09 mm Durchmesser am Wagebalken einer Präcisionswage auf (s. Fig. 2). Der Zu- und Abfluß der Wasserproben im Gefäß wird durch Glasröhren mit Hähnen, die die Wand des Wagekastens durchbrechen, geregelt. Ist erst die Kalibrierung eines bestimmten Sinkkörpers und die Tabulierung der Formel erfolgt, so soll die Ausführung zweier unabhängiger Bestimmungen von σ_t an ein und derselben Wasserprobe »nur 5 Minuten beanspruchen, während die einmalige Ermittlung von σ_t auf dem Umwege über den Chlorgehalt auch erst in 5 Minuten erledigt werde«.

Verzichtet man auf die Forderung der Untersuchung der Wasserproben an Bord, so bedeutet die Verbindung des Immersionsaräometers mit einer Wage einen Fortschritt; denn wer einmal mit den feinen Platiniridiumspiralen des zum Nansenschen Aräometer gehörenden Gewichtssatzes gearbeitet hat, kennt die

[1]) Vgl. O. Krümmel, Handbuch der Ozeanographie, I. Band, S. 231.

damit verbundene ärgerliche Mühseligkeit. Ob aber der soeben skizzierte McEwensche »Sinker«-Apparat mit der Wage die Probe in der Praxis voll besteht, muß noch bezweifelt werden. Die Schwierigkeit eines vollkommenen Temperaturausgleiches im Gefäß ist auch hier nicht überwunden, und besonders scheint die Möglichkeit einer genügend gründlichen Ausspülung des Gefäßes vor dem Wägen der folgenden Probe nicht leicht gegeben.

Der Schauplatz der ozeanographischen Arbeit vor San Diego war, wie schon oben S. 276 unter Bezugnahme auf Fig. 1 angegeben wurde, hauptsächlich die Meeresfläche zwischen 32 und 33° N-Br. und von 118° W-Lg. ostwärts bis zur Küste. Innerhalb dieses Gradfeldes wurden, soweit dem Tabellenmaterial entnommen werden kann, besonders drei Zonen zu fast allen Jahreszeiten erforscht: erstens ein Gebiet westlich von den Inseln Los Coronados (etwa 32° 20′ bis 32° 25′ N-Br.), zweitens südlich vor der Einfahrt nach San Diego bei P. Loma und westlich davon bis 117° 35′ W-Lg. (etwa 32° 35′ bis 32° 45′ N-Br.), und endlich ein Streifen von La Jolla 15 Sm seewärts unter etwa 32° 50′ bis 32° 55′ N-Br. Die Beobachtungen in diesen drei in Fig. 1 durch Schraffur gekennzeichneten Gebieten haben hauptsächlich als Grundlage zur Berechnung der nachfolgenden ozeanographischen mittleren Daten gedient.

Die Tiefen, die hierbei der Forschung zur Verfügung standen, gehen bis 1000 und 1500 m in 12 bis 15 Sm Abstand vom Strand; vor der Station in La Jolla tritt rund 400 m tiefes Wasser bis unmittelbar an die Küste.

In der Bucht von San Diego selbst ist verhältnismäßig nur wenig gearbeitet worden, also umgekehrt als bei den amerikanischen Untersuchungen in der Bucht von San Francisco, über die an anderer Stelle[1]) Bericht erstattet wurde: dort war die Bucht selbst, bei ihrer Größe und zum Teil erheblichen Tiefe der eigentliche Gegenstand der Meeresforschung. Hier ist es der Ozean; denn die Bucht von San Diego, obschon rein äußerlich in der Gestalt derjenigen von San Francisco sehr ähnlich, ist mit 20 km Länge und 3.4 km Breite rund fünfmal kleiner als die Frisco-Bai.

A. Jährlicher Gang der Temperatur der Wasseroberfläche. Aus den besonders seit 1908 recht zahlreichen Messungen im Ozean vor San Diego wurden folgende Monatsmittel berechnet:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Schwankung
I. Ozean vor **San Diego,** amerikanisches Material	14.7	14.4*	14.9	16.0	17.0	18.0	19.8	**20.1**	19.9	19.1	17.1	15.1	17.2	5.7

Aus der Arbeit von H. Thorade über die kalifornische Meeresströmung[2]) läßt sich folgende Reihe für die gleiche Gegend graphisch ableiten:

II. Ozean vor **San Diego,** deutsches Material	14.9	15.4	15.6	15.3	14.4*	16.6	16.0	**17.9**	17.5	17.3	16.5	16.2	16.1	3.5

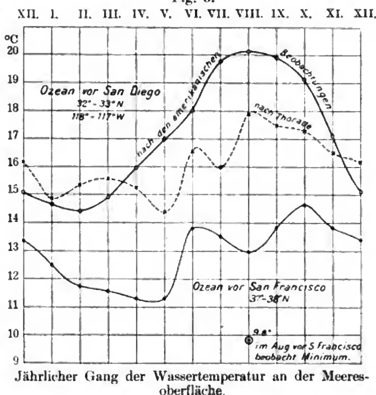
Dazu fügen wir drittens aus derselben Arbeit die Reihe für den Ozean auf der Höhe von San Francisco:

III. Ozean vor **San Francisco,** deutsches Material	12.5	11.7	11.6	11.3	11.3*	**13.8**	13.5	13.0*	13.8	**14.6**	13.8	13.4	12.9	3.3

[1]) »Die Naturwissenschaften«, III. Jahrg., 1915 S. 225ff.
[2]) »Ann. d. Hydr. usw.« 1909, S. 17, 63 und Taf. 5, 10, 11.

Fig. 3 bringt Diagramme der drei Temperaturreihen. Gehen wir von der untersten Kurve und der letzten Reihe aus, so dürfte der aus den Messungen zahlreicher deutscher Segelschiffe und Dampfer durch Thorade ermittelte, überaus merkwürdige jährliche Gang der Wassertemperatur im Ozean außerhalb des Goldenen Tores vor San Francisco in der Hauptsache durchaus richtig sein, so im besonderen das sekundäre Minimum im August und das Maximum im Oktober. Denn dieser Wärmegang des Wassers entspricht gut dem sicher bekannten Wärmegang der Luft über San Francisco und erklärt die höchst seltsamen, oft geschilderten Erscheinungen des Klimas dieser Meeresküste, worüber man außer Hanns Klimatologie auch Thorade (a. a. O. S. 70 bis 73) und Schott (»Die Naturwissenschaften«, 1915, S. 228) nachlesen kann. Zudem hat für diese Gegend vor San Francisco jedenfalls reichliches Beobachtungsmaterial der Wassertemperatur zur Verfügung gestanden.

Fig. 3.



Jährlicher Gang der Wassertemperatur an der Meeresoberfläche.

Anders steht es mit der zweiten Reihe (der mittleren Kurve in Fig. 3), die den Tafeln der Thoradeschen Arbeit entnommen ist. Wenn auch durch Anfertigung von Isoplethendiagrammen und auf andere Weise der Bearbeiter bestrebt gewesen ist, Ungleichheiten und Lücken des Materiales auszubessern, so hat er offenbar doch nicht das Richtige getroffen. Die Beobachtungen sind wohl zu spärlich gewesen, und wenn auch weiter draußen im Ozean ein der zweiten Kurve einigermaßen entsprechender jährlicher Gang der Wassertemperatur an der Meeresoberfläche vielleicht bestehen mag, so gilt er keinesfalls für das unmittelbar an die Küste grenzende Gradfeld 32 bis 33° N, 118 bis 117° W. Denn an dem Ergebnis der viele Hunderte von Einzelmessungen der amerikanischen Forscher umfassenden Reihe läßt sich nicht rütteln. Wahrscheinlich durch die Verhältnisse vor San Francisco beeinflußt, hat Thorade sein nicht zureichendes Material für die Diego-Gegend so gedeutet, daß ein im wesentlichen gleicher jährlicher Gang wie vor San Francisco auch für die Gewässer direkt vor San Diego herausgekommen ist; und das stimmt nicht.

Die oberste Kurve in Fig. 3 und die erste Reihe in der Tabelle auf S. 278 haben für die San Diego-Gegend alleinige Gültigkeit. Der jährliche Temperaturgang des Meeres vor San Diego ist somit im Gegensatz zur San Francisco-Gegend durchaus normal und zeigt im mehrjährigen Mittel keinerlei Störungen. Das Minimum fällt, wie fast überall auf dem Weltmeer, in den Februar und nicht in den Mai, wie Thorade a. a. O. auf Taf. 11, Fig. 20 annimmt, das Maximum in den August. Die Jahresschwankung mit 5.7° erreicht, bei Berücksichtigung der Landnähe, keinen übermäßig großen Wert.

So angesehen, scheint das neue amerikanische Material zunächst zu dem Schlusse zu berechtigen, daß der Ozean vor San Diego überhaupt nicht mehr zu der Auftriebregion gehört, innerhalb deren durch aufquellendes Tiefenwasser, wie allgemein angenommen wird, die großen Störungen in Meer und Atmosphäre vor Frisco hervorgerufen werden. Die äquatoriale Grenze des Auftriebgebietes müßte dann irgendwo zwischen San Francisco und San Diego liegen. Man würde aber mit solcher Auffassung auch wieder nach der anderen Seite zu weit gehen; die San Diego-Gegend liegt trotz des normalen Wärmeganges noch innerhalb des Bereiches des kalten Küstenwassers.

Um dies zu sehen, muß man weiter hinaus, über die neuen amerikanischen Beobachtungen westwärts hinaus gehen und aus Thorades, in dieser Hinsicht zweifellos zutreffenden Temperaturkarten erkennen, wie in vielen Monaten des Jahres das charakteristische Kennzeichen für kaltes Küstenwasser, nämlich eine mit allmählicher Annäherung an Land abnehmende Temperatur, vorhanden ist. Besonders in den Monaten Juli, August und September hat man auf der Breite von San Diego unter 140° und 130° W-Lg. entschieden wärmeres Wasser als unter 120° W-Lg. Außerdem ist innerhalb des San Diego-Feldes 118° bis 117° W auf knapp 80 km West-Ost-Erstreckung diese westöstliche Wärmeabnahme, wenn sie auch im mehrjährigen Durchschnitt nicht mehr zur Erscheinung kommt, doch im Mittel einzelner Monate und auf einzelnen Reisen von den amerikanischen Forschern ebenfalls beobachtet worden. So läßt sich für den Juni des Jahres 1908 in dem schmalen Streifen 32° 35′ bis 32° 40′ N-Br. für Abschnitte von 5 zu 5 Längenminuten folgende Wärmeverteilung berechnen:

117°	40′ bis 35′	35′ bis 30′	30′ bis 25′	25′ bis 20′	20′ bis 15′	15′ bis 10′	Zeit
° C.	19.4	18.3	17.6	17.3	16.8	15.5	Junimittel 1908

Oder ein anderes Beispiel, von 32° 47′ bis 32° 44′ N, an einem einzelnen Tage:

117°	35′	32′	30′	26′	24′	22′	20′	17′	Datum
° C.	21.9	21.5	20.8	20.5	20.2	19.8	19.5	18.6	16. Juli 1912

Aber 6 Tage später fehlte auf der gleichen Breite von rund 32° 45′ N diese Erscheinung; da war das Wasser an der Oberfläche ziemlich gleichmäßig 20°, wie die nächste Reihe zeigt:

117°	35′	32′	30′	26′	24′	20′	16′	11′	Datum
° C.	—	—	—	20.5	20.5	19.9	20.3	20.7	22. Juli 1912

Es ist schade, daß die an den betreffenden Tagen oder die in dem betreffenden ganzen Monate herrschenden Witterungsverhältnisse aus dem amerikanischen Material nicht mitgeteilt werden, um zu beurteilen, ob vielleicht Wind und Wetter und welche Witterungsbedingungen, wie z. B. Windänderungen, das Auftreten dieser Auftrieberscheinungen kleinen Maßstabes hervorrufen.

Zusammenfassend kann der unmittelbar vor San Diego befindliche Meeresteil im System der Wärmeverteilung des nordöstlichen Stillen Ozeans dahin gekennzeichnet werden: er besitzt einen durchaus regelmäßigen jährlichen Temperaturgang, aber er gehört noch als Ganzes genommen zum verhältnismäßig zu kalten Gebiet (also mit negativer Temperaturanomalie); in ihm kommt auch zeitweise die Erscheinung des kalten Küsten- oder Auftriebwassers örtlich zustande, aber ihm fehlen die besonderen Störungen des jährlichen Wärmeganges vor San Francisco.

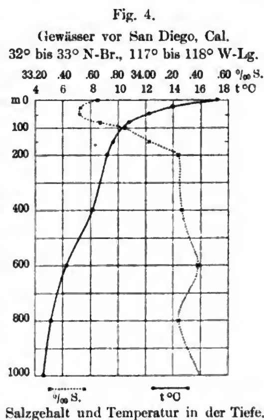
Die grade in der Breite von San Francisco so überaus stark entwickelte Eigenart der Wärmeverhältnisse des Meerwassers findet auch durch das neue amerikanische Material weitere Beleuchtung, zunächst in einem Vergleich mit der Diego-Gegend und mit atlantischen Temperaturen. Die Entfernung zwischen San Francisco und San Diego auf dem Wasserwege beträgt rund 420 Sm. Gehen wir von dem auf gleicher Breite mit San Francisco gelegenen Lissabon um dieselbe Entfernung südwärts, so erreichen wir Safi an der marokkanischen Küste, dessen Lage also, räumlich betrachtet, der von San Diego entspricht. Die Wärmegrade und die Wärmeunterschiede zwischen den zwei Ortspaaren an der pazifischen und atlantischen Küste stellen sich dann wie folgt:

Meerestemperatur. Oberfläche.		Februar		August		Jahr		Bemerkungen.
		t°	Δ	t°	Δ	t°	Δ	
Gegend von	San Francisco	11.7	2.7°	13.0	7.1°	12.9	4.3°	
	San Diego	14.4		20.1		17.2		
Gegend von	Lissabon	14	2°	19	1°	17	1°	abgerundete Werte
	Safi	16		20		18		

Diese Tabelle lehrt zweierlei. Wenn wir die Temperaturen vor San Diego mit denen vor Safi vergleichen, finden wir eine überraschende Übereinstimmung in den absoluten Werten; da die marokkanische atlantische Küste unbestritten zu den Gegenden mit Auftriebwasser gehört, bestätigt dieser Vergleich unsere oben (S. 280) ausgesprochene Ansicht, daß auch die Küste vor San Diego zu den Gewässern gleichen Charakters gerechnet werden muß. Sodann aber hebt die Tabelle die geradezu einzigartige Stellung der San Francisco-Temperaturen während des Sommers heraus. Während der thermische Gradient in Nord-Süd-Richtung zur Winterzeit an der pazifischen Küste kaum viel größer ist als an der atlantischen, stellt er sich für den Sommer, besonders für August, auf den siebenfachen Betrag, und daraus folgt dann auch, daß im Jahresdurchschnitt der Wärmeunterschied zwischen 38° N-Br. und 32° N-Br. an der pazifischen Küste viermal größer wird als an der atlantischen.

Es müssen also auf 38 bis 40° N-Br. die Verhältnisse für das Aufquellen kalten Tiefenwassers im Stillen Ozean vor der nordamerikanischen Westküste in viel stärkerem Maße gegeben sein als im Atlantischen Ozean vor den marokkanisch-spanischen Küsten, wenigstens zur Sommerzeit. Dabei stellt die Temperatur von 13° nur das mehrjährige August-Mittel für die Meeresgegend vor San Francisco dar; schon Thorade hat (a. a. O. S. 71) als niedrigste daselbst im August beobachtete Wassertemperatur 10.2° angegeben. Die Fahrt der amerikanischen Forscher auf dem »Alexander Agassiz« im Sommer 1912 zum Puget-Sund erbrachte als absolutes Minimum vor San Francisco unter 38° N-Br. am 24. August 9.8°! also auf der Breite von Palermo im Hochsommer. Mehr als 10 Breitengrade nördlicher, vor dem Puget-Sund unter 48° 4′ N-Br., und zwar am 10. September 1912, beobachtete das Forschungsschiff noch 13.7°, so daß eine Temperatur von 9.8° damals wohl sicher erst wieder unter rund 58° N-Br. in der Nähe der Aleuten im Bering-Meer zu finden gewesen sein wird.

Fig. 4.
Gewässer vor San Diego, Cal.
32° bis 33° N-Br., 117° bis 118° W-Lg.



Salzgehalt und Temperatur in der Tiefe.

B. Das Tiefenwasser vor San Diego gewinnt in dem Zusammenhange mit der Frage des pazifischen Auftriebes besondere Bedeutung. Für das Feld 32 bis 33° N-Br. und 117 bis 118° W-Lg. liegen sehr viele Messungen von t° und S‰ in den Tiefen bis 200 m vor; geringer ist deren Zahl besonders bei dem Salzgehalt in größeren Tiefen, doch ließen sich die Werte etwa bis 1400 m hinab berechnen (Tabelle und Fig. 4). In den obersten 150 bis 200 m werden die Unterschiede nach der Jahreszeit bei den Temperaturen bemerkbar, und zwar so, daß, von 0 m Tiefe abgesehen, das Tiefenwasser bis 100 oder 150 m während der Sommermonate

ganz erheblich kälter ist als während der Wintermonate. Diese Tatsache wird durch den Umstand zu erklären sein, daß die Auftrieberscheinungen, soweit sie in der San Diego-Region überhaupt auftreten, ihre größte Intensität zeitlich im Sommer erreichen, ja vielleicht auf diese Jahreszeit beschränkt sind. Auch stimmen die Tiefen, bis zu denen hinab diese besondere Auskühlung im Sommer sich findet, nach ihrer Größenordnung ganz gut mit denen überein, die anderwärts als untere Grenze der unmittelbar erkennbaren und beteiligten »Auftrieb«-Schichten ermittelt wurde; schon 1902 wurde an der Hand des »Valdivia«-Materiales[1]) gesagt: »im allgemeinen sind also die Einzelerscheinungen des Auftriebes und Anstaues auf die oberen 200 bis 300 m Tiefe beschränkt«.

Tiefenwasser vor San Diego, Californien (32 bis 33° N-Br., 117 bis 118° W-Lg.).

Tiefe m	Februar/März t°	Juni/August t°	Mittel t°	Salzgehalt ‰	Dichte σt
0	14.7	19.3	17.2	33.65	1.024·44
25	14.7	13.4	14.0	.53	25·07
50	13.3	11.3	12.3	.52	25·40
75	11.7	10.2	10.9	.67	25·84
100	11.2	9.7	10.4	.85	26·00
150	9.8	9.5	9.7	34.03	26·26
200			9.2	.24	26·51
400			8.1	.26	26·69
600	. . . . . .	. . . . . .	6.2	.38	27·06
800			5.1	.25[2])	27·09
1000			4.7	—	—
1400			3.3	34.45 (für 1240 m)	27·37

Die in der soeben gegebenen Tabelle an dritter Stelle stehende Reihe, die den Jahresdurchschnitt der Tiefentemperaturen nach dem neuen amerikanischen Material darstellt, weicht z. T. recht erheblich von den Temperaturen ab, die 1910 von Schott und Schu in ihrer die Wärmeverhältnisse des gesamten Stillen Ozeans behandelnden Arbeit[3]) für die Umgegend von San Diego berechnet worden sind, und zwar sind die aus Mc Ewens Material berechneten Werte höher als die der zwei deutschen Bearbeiter.

Tiefe in m	0	100	200	400	600	800	1000	1400
Mc Ewen/Schott 1915 .	(17.2)	10.4	9.2	8.1	6.2	5.1	4.7	3.3
Schott/Schu 1910 . . .	(16.0)	9.5	7.8	6.0	4.9	4.2	3.8	2.9
Δ	(1.2)	0.9	1.4	2.1	1.3	0.9	0.9	0.4

Da die Beobachtungen älteren Datums wegen der früher benutzten Art der Tiefseethermometer fast stets höhere Werte als die neuzeitlichen richtigeren Beobachtungen liefern, ist das hier umgekehrte Verhältnis auffallend. Entweder kommt den Gewässern ganz nahe der San Diego-Küste tatsächlich eine höhere Temperatur als den etwas mehr seewärts gelegenen Gewässern zu: dann sind die Karten von Schott-Schu für die Küstengewässer zu verbessern (in Gegenden mit Auftrieb pflegt aber das kälteste Wasser unter Land zu sein); oder die neuen amerikanischen Messungen haben häufig die beabsichtigte Tiefe in Wirklichkeit nicht ganz erreicht, z. B. infolge Abtrift. Jedenfalls wird eine zu erhoffende Bearbeitung des Originalmaterials durch die amerikanischen Forscher selbst zu diesem Punkte Stellung nehmen.

[1]) Wissenschaftl. Ergebnisse der D. Tiefsee-Expedition 1898/99, I. Band, Oceanographie, Jena 1902. S. 175.
[2]) Nur 1 Messung in 730 m.
[3]) Annalen der Hydrographie 1910. S. 3ff., Taf. 1 bis 14.

Der Salzgehalt der Oberfläche vor San Diego bewegt sich in den Wintermonaten um etwa 33.50 ‰, in den Sommermonaten um 33.80 ‰. In senkrechter Richtung finden wir nach einem Minimum, das die Schichten von 25 bis 50 m umfaßt, eine Zunahme des Salzgehaltes mit der Tiefe derart (s. Fig. 4 S. 281), daß der Wert von 34 ‰ schon zwischen 140 und 150 m erreicht, der von 34.45 ‰ aber erst bei 1240 m beobachtet wird. Die Zunahme ist also zuerst sehr stark, dann sehr gering und scheint in 800 m Tiefe sogar ein sekundäres Minimum mit 34.25 in sich zu schließen; doch liegt hierfür nur eine Beobachtung vor, und es muß deshalb noch unentschieden bleiben, ob die vielbeschriebene schwachsalzige südhemisphärische Zwischenschicht der Tiefen 600 bis 1000 m hiermit auch für die Gewässer vor San Diego tatsächlich erschlossen worden ist.

G. Schott.

Die Benutzung von stereographischen Gradnetzen in der Nautik.

Von Dr. **P. Riebesell**, Hamburg.

Zwischen zwei Punkten ist der gerade Weg der kürzeste, und auf der Kugel sind die kürzesten Linien Kreise. Diese beiden Sätze legen es nahe, als Ideal der Nautik die orthodromische Fahrt hinzustellen. Durch die sich immer mehr steigernden Geschwindigkeiten unserer See- und Luftschiffe ist man in der Praxis auch bereits teilweise von der loxodromischen zur orthodromischen Nautik übergegangen. Wenn auch die Fahrt in der Loxodrome wegen ihrer Einfachheit die Regel bleiben wird, so erscheint es doch an der Zeit, über die Grundlagen der Hilfsmittel nachzudenken, die in gleich vollkommener Weise wie in der loxodromischen Nautik in der orthodromischen eine einfache Anwendung gestatten.

Es handelt sich also zunächst darum, einen Ersatz für die Merkatorkarte zu schaffen, die eigens für die loxodromische Fahrt konstruiert ist, und außerdem den Nachteil besitzt, daß sie in höheren Breiten unbrauchbar wird. Als Bedingungen, die an die nautischen Karten zu stellen sind, lassen sich hauptsächlich drei hinstellen: 1. müssen sie eine Distanzmessung, 2. eine Kursbestimmung und 3. eine Ortsbestimmung nach der Standlinienmethode in einfacher Weise zulassen. Da die Merkatorkarte winkeltreu ist, und die Loxodrome in ihr als gerade Linie erscheint, sind für die loxodromische Nautik die Bedingungen 2 und 3 bei dieser Karte erfüllt. Bei der Distanzmessung treten aber schon Schwierigkeiten und Ungenauigkeiten auf. Das Analogon zu den Merkatorkarten in der orthodromischen Nautik sind die gnomonischen Karten, in denen die Orthodrome als gerade Linie erscheint. Diese Projektionsart wird z. B. bei einigen der vom Hydrographic Office in Washington herausgegebenen Monatskarten benutzt.[1]) Da aber diese Karten weder längen- noch winkeltreu sind, ergeben sich bei den Distanz- und Kursmessungen umständliche Hilfskonstruktionen. Daß die stereographischen Gradnetze alle drei Bedingungen für die orthodromische Nautik erfüllen, soll im folgenden gezeigt werden. Daß überhaupt winkeltreue Gradnetze für unsere Zwecke am geeignetsten sind, wird kaum bestritten werden können, vorausgesetzt, daß die Orthodromen einfach zu zeichnende Kurven und die Winkel und Strecken leicht meßbar sind.

Da die stereographische Projektion winkeltreu ist, läßt sich der sich stetig ändernde Kurs der Orthodrome von Meridian zu Meridian direkt aus der Karte entnehmen, sobald der Weg des Schiffes, also die Orthodrome, einmal in die Karte oder einfach in das Gradnetz eingezeichnet ist. Es handelt sich also hauptsächlich darum, diesen Weg zu ermitteln. Da nun bei der stereographi-

[1]) z. B. Karte vom nordatlantischen Ozean auf der Rückseite der Karte vom Juli 1912.

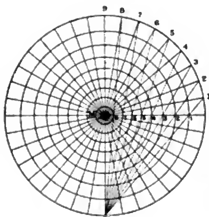


Fig. 1.

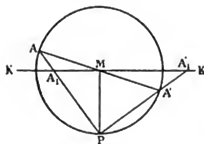


Fig. 2.

schen Projektion alle Kreise der Kugel wieder Kreise der Karte werden, besteht die Aufgabe darin, den Orthodromenkreis zu konstruieren. Ist dieser einmal gefunden, so ist es auch leicht, die Distanz genau zu messen und die Standlinien, die ebenfalls Kreise sind, einzutragen.

Wie wird nun die Orthodrome gefunden? Haben wir ein stereographisches Gradnetz nach Art der Fig. 1, so sind zunächst Ausgangsort und Zielpunkt, die wir später mit A und B bezeichnen, durch geographische Breite und Länge festzulegen. Die Fig. 1 läßt gleichzeitig erkennen, auf welche einfache Weise ein solches Gradnetz in beliebigem Maßstab zu zeichnen ist. Es ist hier die normale Projektion mit einem Pol als Projektionszentrum gewählt, aber auch anders orientierte Netze sind leicht zu konstruieren[1]).

Soll der Kreis gefunden werden, der durch A und B geht, so ist zu bedenken, daß auch die Gegenpunkte von A und B, A′ und B′, die A und B diametral gegenüber liegen, auf diesem Kreise liegen. Jeder von diesen ist aber leicht konstruierbar; einer genügt, da ein Kreis durch drei Punkte bestimmt ist. Der Punkt A der Erdkugel liefert nach Fig. 2 auf der Karte den Punkt A_1 und der Gegenpunkt A′ liefert A'_1. Dabei ist der Winkel $A_1\,P A'_1$ ein rechter. Ist also in der Karte (Fig. 3) A_1, die Kartenmitte M und der Kartenrand bestimmt, so ergibt sich $P_1 A'_1$ als senkrecht zu $A_1 P_1$. Der Kreis durch die drei Punkte A_1, A'_1 und B_1 ist dann ins Gradnetz einzuzeichnen. Damit ist die Orthodrome bestimmt und sämtliche Kurse sind der Karte direkt zu entnehmen.

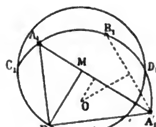


Fig. 3.

Um die wahre Entfernung A B zu bestimmen, können die beiden folgenden Methoden angewandt werden:

1. Ich bestimme die Schnittpunkte der Orthodrome $A_1\,B_1$ mit dem Kartenrand, C_1 und D_1 (Fig. 4). Sehe ich dann C_1 und D_1 als Pole an, so ist $C_1\ A_2\ B_2\ D_1$ Meridian, und ich kann die Parallelkreise durch A_1 und B_1 finden, wenn ich die zugehörigen Mittelpunkte M_1 und M_2 mit Hilfe der Tangenten in A_1 und B_1 konstruiere. Ich verschiebe dann gewissermaßen $A_1\,B_1$ nach $A_2\,B_2$ und kann nun die Entfernung entweder durch den Bogen $A_2\ B_2$ oder durch den Winkel $A_2\ M\ B_2$ messen.

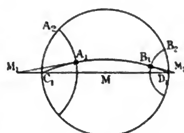


Fig. 4.

2. Ich bestimme (Fig. 5) das Bild P_1 des Pols P, der zum Großkreis $A_1\ B_1$ (Mittelpunkt O) gehört. Das kann ich entweder mit Hilfe der Parallelen $M\,P_2$ zu $C_1\,O$ tun oder mit der Gleichung $D_1\,P_2 = P_2\,E$. Dann sind $P_1\,A_1\,A_2$ und $P_1\ B_1\ B_2$ die Bilder von Kleinkreisen, die durch die Sehne P C gehen, wo P und C die Pole des Großkreises $A_1\,B_1$ und des Kartenrandes sind. Durch diese Kleinkreise verschiebe ich $A_1\ B_1$ längentreu nach $A_2\ B_2$[2]).

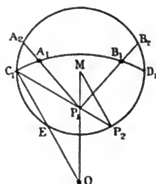


Fig. 5.

[1]) Vgl. K. Zöppritz, Leitfaden der Kartenentwurfslehre. 3. Aufl. Teil I. Leipzig 1912.

[2]) Über die ausführlichen Beweise dieser Konstruktionen vgl. E. Reusch. Die stereographische Projektion, Leipzig 1881 und F. Thaer, Stereographische Lösung einer geographischen Aufgabe aus der sphärischen Trigonometrie. Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften, XX, 1914.

Daß die Standlinien für die Ortsbestimmung als Kreise in der stereographischen Karte einfach und genau zu zeichnen sind, hat bereits Preuss[1]) gezeigt.

Alle Konstruktionen, einschließlich der Anfertigung der Gradnetze, sind also mit Zuhilfenahme von Zirkel, Lineal und Transporteur auf ganz einfache Weise auszuführen. Vorzüglich eignet sich für die Zeichnungen ein Instrument, das gleichsam die drei erwähnten Hilfsmittel in einem vereinigt. Es ist das von Herrn Diplomingenieur Jeppe, Hamburg, erfundene »Grafon«, das in Figur 6 veranschaulicht ist. (Mit Genehmigung des Erfinders[2]).

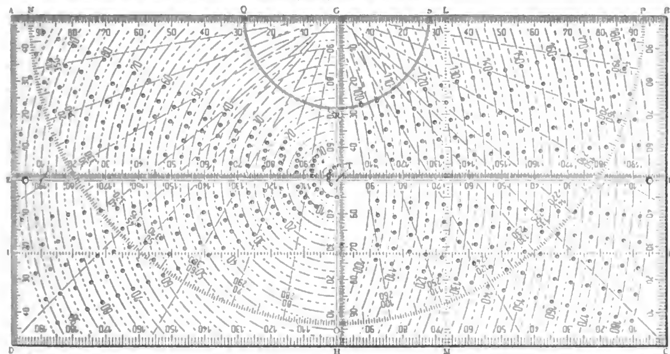


Fig. 6.

Der Apparat besteht aus einer aus Zelluloid gefertigten durchsichtigen Platte und ist in den Größen 9 × 14 (ℳ 2), 10 × 20 (ℳ 2,50) und 15 × 30 (ℳ 5) in allen Zeichenmaterialiengeschäften käuflich. Zum Messen von Strecken dienen die Teilungen AB, DC, AD, BC, GH, LM, EF und IK, zum Messen von Winkeln die Transporteure NOP und QRS. Zum Zeichnen und Messen von Kreisen, Aufsuchen ihrer Mittelpunkte usw. dienen die eingezeichneten Kreise, die ihre Mittelpunkte in T bzw. U haben und sich durch die eingestanzten Löcher mit jedem Bleistift sofort ziehen lassen, wenn die betreffenden Mittelpunkte mit einer Nadel festgehalten werden.

Es ist leicht einzusehen, wie sich die hier behandelten Aufgaben mit dem Grafon behandeln lassen:

1. Die Konstruktion der Gradnetze folgt ohne weiteres aus dem Vergleich der Figuren 1 und 6.

2. Die Kurse sind mit den durchsichtigen Transporteuren abzulesen.

3. Der Orthodromenkreis durch die drei Punkte ist am einfachsten durch Probieren zu finden, und der Mittelpunkt ist dann durch T oder U festgelegt. (Dabei genügen sogar die beiden Punkte A_1 und B_1, wenn man berücksichtigt, daß die Orthodrome den Kartenrand in einem Durchmesser schneidet, z. B. C_1 D_1 der Fig. 3.)

4. Für die Distanzmessung sind die Kleinkreise A_1 A_2 und B_1 B_2 der Fig. 4, die den Kartenrand senkrecht schneiden, am schnellsten durch Probieren zu finden. Auch die genaue Konstruktion mit Hilfe der Tangenten ist einfach.

Die im Vorstehenden gegebenen Ausführungen sollen lediglich Anregungen sein, auf denen die Praxis vielleicht einmal weiterbauen kann.

Hamburg, März 1916.

[1]) Preuss, Homographische Nautik. Annalen der Hydrographie 1876.

[2]) Vgl. C. Jeppe, Genaues Schnellzeichnen. Eine neue Methode ohne Hilfslinien. Hamburg. (Ohne Jahr.)

Von Padang nach Durban in der Orkanzeit.

Bericht von **H. Th. Kort**, I. Offiz. auf dem niederl. Dampfer »Sindoro«.

Nach Durban bestimmt, verließen wir Padang am 16. I. 1916 und steuerten durch die Zeebloem-Straße. Wir hatten nur mäßige Geschwindigkeit, und nachdem wir den »Indischen Ozeaan«, herausgegeben vom Niederl. met. Institut, die Pilot- und die Monatskarte für Januar zu Rate gezogen hatten, entschlossen wir uns zu dem Wege südlich von Mauritius und Madagaskar entlang, da der größte Kreis nur wenig kürzer ist. Natürlich wollten wir in gehörigem Abstande von den Inseln bleiben, um, entsprechend den Anweisungen des Indian Ocean Pilot und des Handbuches für die Ostküste Afrikas, bei einem etwaigen Orkane auch für nördliche Kurse genügend Seeraum zu haben.

Um eine gute Übersicht über den Luftdruck zu haben, legten wir die mittleren Barometerstände aus dem vorher bezeichneten Atlas auf dem Übersegler fest, so daß uns jede Abweichung auffallen mußte, und legten uns auch eine Tabelle an zur Beschickung der Barometerstände, um die täglichen Schwankungen des Barometers besser beurteilen zu können. Außerdem richteten wir uns auch noch Spalten für Wind, Bewölkung und Bemerkungen ein; daneben wurde der mittlere Barometerstand eingetragen.

Aus dem Zeemanshandboek von H. Nabur, dem Ind. Ocean Pilot, Noordmeyers Lehrbuch der Meteorologie und Buys Zakboekje ter Koopvardy — andere Bücher hatten wir nicht, weil die Reise nicht vorgesehen war — wurde dann noch ein Auszug von dem im Orkangebiet zu erwartenden Wetter hergestellt.

Im Nordwestmonsun-Gebiet trafen wir veränderliche Winde und viel Regen mit böiger, bewölkter Luft. Einige Male beobachteten wir einen großen Hof um den Mond, durch den die Sterne durchschienen. Im Gebiet der veränderlichen Winde, wohinein wir plötzlich kamen, war das Wetter im allgemeinen gut und auch der Südostpassat setzte sehr günstig ein. Mit geringer Stärke durchlief er alle Richtungen der östlichen Kompaßhälfte, etliche Male hatten wir sogar südliche und westliche Brisen.

Bis zum 20. I. (10° S-Br. und 85° O-Lg.) zeigte das Barometer keine Abweichungen. Vom 20. I. an war geringes Steigen bemerkbar, am 25. I. fiel es ein wenig, erreichte aber am 26. I. (22° S-Br. und 60° O-Lg.) wieder seinen normalen Stand. Am Nachmittage dieses Tages zog eine leichte, aber gut wahrnehmbare westnordwestliche Dünung unsere Aufmerksamkeit auf sich und abends wehte der Wind stetig aus Südosten. Er frischte dann langsam auf, bei böiger regnerischer Luft, über der Alto-Cumulus zu sehen war. Am folgenden Morgen wurde es klarer und am 27. I. war bei Sonnenaufgang in der östlichen Kimm helle Cumulus-Bewölkung, im Nordwesten aber Stratus und Cirr-Stratus, die sich in WNW scharf strahlenförmig und rosa gefärbt zu einem Punkte vereinigten (offenbar gegenüber der Sonne). Später am Vormittage erschien dann ein Hof um die Sonne, der einen Halbmesser von 10° hatte. Nachmittag am 28. I. (26° S-Br. und 49° O-Lg.) betrug das Fallen des Barometers mit — 3.0 mm beträchtlich mehr als an den Tagen vorher; es war mittags 1.7 mm zu hoch gewesen. Wiewohl wir es trotz dieser Anzeichen nur mit einem verstärkten Passat zu tun haben konnten, so gaben sie uns doch zu denken, um so mehr, als der Wind stark anwuchs und viel Regen fiel. Aus allen Erscheinungen der letzten Tage, die wir auf der Karte niederlegten, kamen wir zu dem Schluß, daß irgendwo nördlich von uns ein Tief läge und sich in derselben Richtung wie wir, zuerst mit derselben, später mit größerer Geschwindigkeit fortbewege. Über den Abstand davon ließ sich nichts feststellen, nur schlossen wir aus dem Barometerstande und dem langsam umlaufenden Winde, daß wir uns, da das Barometer nicht mehr fiel (am 28. I.), in der linken hinteren Hälfte des Tiefs befänden und daß vorläufig der Kurs noch nicht geändert zu werden brauchte.

Nachmittag am 28. I. wurde dies aber anders. Nach 4 Uhr fiel das Barometer weiter, der Wind frischte zu Stärke 7 auf, bei hohem Seegange und Dünung. Gleichzeitig wurde in W bis NW schweres Blitzen, gelegentlich auch Donner wahrgenommen. Aus dem Raumen des Windes schlossen wir, daß das Tief im

Begriff war umzubiegen; denn wenn das nicht der Fall gewesen wäre, hätten wir uns von seiner Zugstraße entfernt, dann hätte mit der Änderung der Windrichtung das Barometer steigen müssen. Wir mußten folglich auf B-B.-Halsen beidrehen und danach trachten, uns vom Mittelpunkte des Tiefs zu entfernen. Wohl hätten wir langsam angehen können, um das Tief vor uns vorübergehen zu lassen, da es aber Nacht war, und da wir keine Spezialkarten von Madagaskar hatten, so daß die gewöhnliche Vorsicht gebot, uns dem unbekannten Lande nicht zu nähern, und da wir anderseits Aussicht hatten, durch einen sehr südlichen Kurs recht in die Bahn des vor dem hohen Lande von Madagaskar umbiegenden Orkanes zu gelangen, so glaubten wir, den Versuch, vor dem Zentrum vorüberzulaufen, wagen und SWzS steuern zu müssen.

Als wir dies einige Zeit getan hatten, raumte der Wind weiter nach NOzO, doch das Barometer fuhr fort zu fallen; das Zentrum kam uns also näher, darum legten wir das Schiff nach Süden, gaben es aber wieder auf, als der schnell zunehmende Wind dabei auf Ost krimpte und das Barometer schnell fiel; wir steuerten um 1 Uhr (nachts am 29. I.) WzS. Dabei hatten wir zunächst Erfolg, der Wind holte in kurzer Zeit auf NOzN und das Barometer stieg in einer Stunde 2 mm, wiewohl wir nur wenig Fahrt machten. Hieraus schlossen wir, daß das Tief weniger Ausdehnung hätte, als wir geglaubt hatten. Das Barometer fiel dann aber wieder, und da unser Besteck unsicher war, gingen wir bis Tagesanbruch langsam an. Nachdem wir inzwischen eine Sternhöhe bekommen hatten und das Barometer bei Nordwind sehr schnell fiel, steuerten wir dann nach Norden. Zunächst fiel das Barometer noch ein wenig, dann fing es an stetig zu steigen und der Wind holte nach NzW, wobei wir um 11 Uhr vorm. unseren Weg auf westlichem Kurse wieder aufnahmen. Darauf fiel das Barometer zwar wieder ein wenig, aber der Wind holte schnell weiter nach NW und WNW und die Luft klarte ab. Um 4 Uhr sahen wir starke Verfärbung des Himmels in SzO, darauf holte der immer schwächer werdende Wind nach WzN und das Barometer stieg. Daraus schlossen wir, daß die Bahn des Tiefs umgebogen sei und sich in südsüdöstlicher Richtung von uns entfernte. Wir steuerten deswegen Kurs nach Durban. In der folgenden Nacht hatten wir veränderliche westliche Winde und durcheinanderlaufende Dünung, die Luft war im allgemeinen klar, doch sahen wir im Südosten gelegentlich schweres Wetterleuchten.

Soweit der Bericht.

Der Annahme, daß es sich bei den geschilderten Witterungsverhältnissen um ein Orkan-Tief gehandelt habe, das sich zunächst nach Westen fortbewegt hat und vor Madagaskar nach Süden oder Südosten umgebogen ist, kann die D. S. nicht beitreten. Sie ist (wiewohl es sich aus den Beobachtungen nur eines Schiffes nicht ganz einwandfrei nachweisen läßt) vielmehr der Ansicht, daß die beschriebenen Erscheinungen mit dem Vorübergange einer rinnenförmigen Depression zusammengehangen haben, wie sie an der Südgrenze des Südostpassates auf der Westseite der Ozeane häufig sind. Solche Änderungen des Luftdruckes beruhen auf einem Ost- bis Südostwärtswandern von Gebieten hohen Luftdruckes, die durch rinnenförmige, sich mehr oder weniger in meridionaler Richtung erstreckende Gebiete niedrigen Druckes voneinander getrennt sind. Vgl. Segelhandb. f. d. Ind. Ozean, herausgegeben von der D. S., S. 750 ff. und Rückseite der Februar-Karte f. d. Ind. Ozean, II. Aufl. Bemerkt werden mag, daß ein Fall bekannt ist, wo beim Vorübergange einer solchen Luftdruckwelle das Barometer in derselben Gegend (26° S-Br. und 49 bis 46° O-Lg.) 11 mm gefallen war, ohne daß größere Windstärke als 7 beobachtet worden ist.

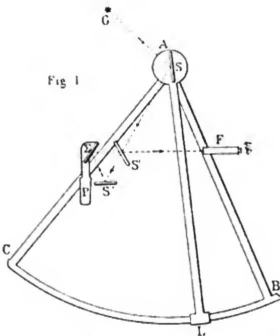
D. S.

Kleinere Mitteilungen.

1. **Ein Pendelsextant für Gestirnshöhenmessungen zur See und in der Luft.** Kurz vor Ausbruch des Krieges zeigte mir Prof. Becker, der Direktor der Sternwarte in Glasgow, einen von ihm konstruierten Pendelsextanten, der mir nach flüchtiger Erprobung gewisse Vorteile gegenüber den Libellenquadranten, die ebenfalls zu Höhenmessungen bei unsichtiger Kimm dienen, zu haben schien. Zu gründlicher Untersuchung wurde mir die Übersendung dieses Instrumentes in Aussicht gestellt, doch hinderte der Krieg die Ausführung des Planes. Da ich mich bei Kriegsbeginn der Militärbehörde wieder zur Verfügung gestellt hatte und zunächst längere Zeit im Felde war, entschwand die Angelegenheit zunächst meinem Gedächtnis. Nach Rückkehr aus dem Felde infolge einer Erkrankung erinnerten mich die weiten Fahrten unserer Luftschiffe wieder an das Instrument, das möglicherweise bei der Ortsbestimmung in der Luft brauchbar ist. Wegen dieser Möglichkeit veröffentliche ich eine Beschreibung des Sextanten.

Professor Becker legte damals Wert auf Bekanntwerden seiner Erfindung in See- und Luftfahrerkreisen, so daß ich glaube, mich keines Vertrauensbruches schuldig zu machen, wenn ich eine Beschreibung des Instrumentes veröffentliche, das möglicherweise noch während des Krieges von einem gewissen bescheidenen Nutzen für die Ortsbestimmung in der Luft sein kann.

An einem Sextanten ABC (Fig. 1) wird ein Spiegel S″ ungefähr parallel mit der Achse F des Fernrohrs fest angebracht. Von ihm werden die von dem Alhidadenspiegel S kommenden und durch den unbelegten Teil des festen Spiegels S′ gehenden Strahlen nach dem Spiegel Σ zurückgeworfen, der mit dem Pendel P fest verbunden und kardanisch aufgehängt ist, so daß er bei jeder Stellung des Sextanten stets die gleiche Lage zum Horizont einnehmen würde, wenn er nicht in ein hier nicht mitgezeichnetes enges Gehäuse eingeschlossen wäre, das ihm besonders in der Richtung rechtwinklig zur Sextantenebene nur einen sehr geringen Spielraum läßt. Sobald der Sextant auch nur ein wenig schräg gehalten wird, d. h. sobald seine Ebene nur um wenige Grade von der vertikalen Ebene abweicht, liegt der Pendelapparat durch Reibung an der Wandung seines Gehäuses fest und bewegt sich nicht mehr.



Die Beobachtung gestaltet sich folgendermaßen: Man hält den Sextanten so, daß das Fernrohr ungefähr horizontal liegt, und »holt« durch Drehung der Alhidade das Bild des Gestirns »herunter«. Die von dem Gestirn G ausgehenden Strahlen werden dann von dem Alhidadenspiegel S nach dem nur zur Hälfte belegten festen Spiegel S′ reflektiert und von dessen spiegelndem Teile in das Fernrohr F geworfen. Einige Strahlen gehen jedoch durch den unbelegten Teil von S′ hindurch zu dem zweiten festen Spiegel S″. Hier werden sie nach dem Pendelspiegel Σ reflektiert und von diesem noch einmal zurückgespiegelt. Die Spiegel S″ und Σ stehen so zueinander und zu dem Sextanten, daß die von Σ zurückgeworfenen Strahlen nur dann parallel mit der Fernrohrachse in das Fernrohr eintreten können, wenn das Fernrohr F horizontal liegt. Nur in diesem Falle decken sich auch die beiden Gestirnsbilder, nämlich das durch Spiegelung an S und S′ entstandene mit dem durch dreimalige Spiegelung an S, S″ und Σ erzeugten. Neigt man das Objektiv des Fernrohrs nach unten oder oben, so wandert das dreimal gespiegelte Bild ebenfalls nach unten oder oben.

Hält man den Sextanten in freier Hand, so wird der Pendelspiegel Σ niemals ganz in Ruhe sein und das von ihm ins Fernrohr geworfene Bild wird

daher leicht auf und nieder schwanken. Dieses heiße deshalb hier kurz das bewegliche Bild im Gegensatz zu dem festen, das nur an S und S' gespiegelt ist und von dem Strahl GSS'F erzeugt wird. Das feste Bild bewegt sich natürlich tatsächlich auch ein wenig im Gesichtsfeld, da man den Sextanten mit der Hand nicht ganz ruhig halten kann, es erscheint aber verhältnismäßig ruhig zu dem beweglichen Bild. Im Fernrohr scheint also das bewegliche Gestirnsbild von Lage I nach Lage II hin und her zu tanzen. Hat man dieses Bild erfaßt, so hebt oder senkt man den Sextanten so weit, bis das bewegliche Bild in seiner Bewegung über das feste F hin und her schwingt (Fig. 2). Ein erhebliches Seitwärtsschwanken des beweglichen Bildes kann nicht stattfinden, da der Pendelspiegel durch sein enges Gehäuse an Seitenbewegungen gehindert wird.

Fig. 2



Bei einigen Versuchen, die ich mit dem Instrument angestellt habe, schien es von Vorteil zu sein, das Bild F nicht in die Mitte zwischen den Grenzlagen I und II einzustellen, sondern das eine Mal das Bild F oben von I, das andere Mal unten von II berühren zu lassen und aus beiden Beobachtungen das Mittel zu nehmen. Das Erfassen dieser Ränderberührungen schien mir sicherer zu sein als das Einstellen auf die Mitte.

Ein Hauptvorteil des Instrumentes vor ähnlichen Libellen- und Pendelquadranten scheint mir der zu sein, daß sich jede Neigung der Sextantenebene gegen die Vertikale, die nicht unerhebliche Fehler in die Messung hineintragen kann, sofort dadurch anzeigt, daß das bewegliche Bild unbeweglich wird.

Von Nutzen ist es mitunter, die Hand oder das Instrument nur leicht zu stützen, ohne sich gerade zu fest zu stemmen. Zu diesem Zweck wendet man mit Vorteil einen leichten, hohlen, teleskopartig verschiebbaren Stock an, der oben ein Lager für den Arm oder den Sextanten trägt. Man stützt sich dann beim Beobachten mit dem beobachtenden Arm oder dem Instrument auf ihn, der nur durch den auf ihm lastenden Druck in ungefähr vertikaler Stellung gehalten wird.

Ob sich das Instrument in der Luftfahrt bewährt, können nur Versuche entscheiden. Auf See wird man wohl nur an Bord sehr großer Schiffe und bei sehr ruhigem Wetter Vorteil davon haben, da bei größeren Rollbewegungen des Schiffes die Abweichung der wahren von der scheinbaren Schwererichtung zu groß wird. (Vgl. den Artikel von Prof. v. Hasenkamp in Ann. d. Hydr. 1916, Heft II, S. 77.)

Dr. J. Möller aus Elsfleth,
z. Zt. Hauptmann in einem Landsturm-Bataillon.

2. **Die Eisverhältnisse der nordpolaren Meere im Jahre 1915.** (Nach Danske meteorologiske Instituts nautisk-meteorologisk Aarbog 1915.)

Wie in früheren Jahren wird im folgenden hier wieder ein kurzer Überblick über die Verteilung des Eises in den arktischen Gewässern auf Grund der bei der Sammelstelle, dem Dänischen meteorologischen Institut in Kopenhagen, eingegangenen und von Kapitän Speerschneider bearbeiteten Einzelberichte gegeben.

Kara-See. Sehr günstige Eisverhältnisse. Die Expedition von Jonas Lied, die dieses Jahr wieder erfolgreich die Fahrt zur Jennissei-Mündung betrieb, berichtete, daß die Kara-See im August und September völlig eisfrei gewesen sei.

Barents-Meer. Im ganzen normale Verhältnisse. Franz Joseph-Land soll von einer russischen Expedition besucht worden sein; Wilkizki's Expedition, die bei Kap Tscheljuskin überwintert hatte, gelang in diesem Jahr die nördliche Umschiffung Asiens von Osten aus. Nur bei der Bären-Insel wurde außerordentlich viel Eis angetroffen. Hier lag das Eis von April bis Ende Juni viel weiter südlich als gewöhnlich, im Juli lag die Grenze des Packeises nur 50 Sm nördlich der Bären-Insel, während sie in normalen Jahren in diesem Monat bei Edge Land angetroffen wird. Die Schiffahrt im Weißen Meer wurde 1914 bis Mitte Dezember, 1915 bis Ende des Jahres durch Eisbrecher offen gehalten. Archangelsk wurde am 31. Mai 1915 für eisfrei erklärt.

Spitzbergen. Sehr ungünstige Eisverhältnisse im Westen der Insel, wie sie äußerst selten vorkommen. Im Juni lagen westlich von Spitzbergen so dicht gepackte und ausgedehnte Treibeismassen, daß das Erreichen der Fjorde ganz ausgeschlossen war; die ganze Küste war bis Prinz Karl-Vorland mit Eis blockiert, das sich bis etwa 8° O-Lg. nach Westen erstreckte. Auch im Juli war die ganze Westküste, die in der Regel in diesem Monat eisfrei wird, von Eis besetzt, so daß die Dampfer große Schwierigkeiten hatten und oft mit dem Eis treiben mußten. Auch im August und September waren die Eisverhältnisse ungünstiger als in anderen Jahren. Längs der Nordküste waren die Verhältnisse günstiger, aber nur bis zur Hinlopen-Straße, deren Durchfahrt nicht möglich war.

Kapitän Speerschneider weist darauf hin, daß den ungünstigen Eisverhältnissen bei Spitzbergen außerordentlich günstige in der Kara-See gegenüberstehen, so daß ein Zusammenhang nicht ausgeschlossen sei. Auch sei vielleicht weniger Eis längs der Ostküste Grönlands südwärts getrieben, da die Eisverhältnisse in der Davis-Straße so günstig gewesen seien. Schließlich sei es auch nicht ausgeschlossen, daß ein Teil von dem Eis an der Ostküste Grönlands in 78° N-Br. nach Osten abgetrieben sei und sich dem Eis an der Westküste Spitzbergens beigesellt habe. Nach Ansicht des Referenten dürfte der Eisreichtum an der Westküste Spitzbergens im Zusammenhang mit dem außergewöhnlichen Andrang des Eises bei der Bären-Insel stehen, beides deutet auf eine Verstärkung der das Eis zuführenden Strömung an der Ostseite von Spitzbergen; eine Bearbeitung der Luftdruck- und Windverhältnisse des Gebiets für längere Zeiträume würde vielleicht Anhaltspunkte für ursächliche Zusammenhänge ergeben.

Ostgrönland. Im ganzen günstige Eisverhältnisse wie 1914. Im April und Mai lag die Eisgrenze im nördlichen Gebiet bedeutend westlicher als in normalen Jahren, später scheint die Lage des Eises normal gewesen zu sein. Von Herbst 1914 bis August 1915 war weniger Packeis bei Angmagsalik als gewöhnlich, anderseits verschwand das Eis erst Ende September vollständig von der Küste. Die Schiffe hatten keine Schwierigkeit, die Station zu erreichen.

Island. Ungünstige Eisverhältnisse, ähnlich denen des Jahres 1914. Von Mitte März bis Anfang April hinderte das Eis den Dampferverkehr bei Kap Nord. Anfang Mai erschien das Eis an der Nordküste und lag Ende des Monats verschiedentlich dicht unter der Küste; im Juni und Juli war der Dampferverkehr an der Nordküste noch vielfach durch Eis behindert, aber das Eis ging nicht weiter östlich als bis Kap Langenäs, während es in sehr ungünstigen Jahren bis zur Ost- und Südküste Islands vordringt.

Neufundland-Bank. Günstige Verhältnisse, viel weniger Eis als 1914. Nur wenige Eisberge gelangten bis 40°—42° N-Br., ein vereinzelter Berg wurde im Mai auf 39° 53′ N-Br., 47° 24′ W-Lg., eine Eisscholle von etwa 20 m Länge und 2 m Höhe im April auf 36° 55′ Nr., 48° 32′ W-Lg. (zwischen den Bermudas- und Azoren-Inseln) angetroffen.

Davis-Straße und Baffin-Bai. Günstige Eisverhältnisse. In der Davis-Straße wurde nördlich von Frederikshaab im Winter 1914/15 und im Sommer 1915 kein Packeis beobachtet. Das West-Eis lag ziemlich östlich, und schon im November 1914 wurde es auf der Route Upernivik—Holstenborg angetroffen, im Januar 1915 lag es dicht längs der Küste. Das Wintereis erreichte bei ruhigem Wetter eine beträchtliche Dicke, brach im April aber schon auf, und im Juni wurden die Häfen in Nordgrönland eisfrei. Im Smith-Sund erreichte das Eis infolge des strengen Winters ebenfalls eine große Dicke, es brach früh im Mai auf, trieb aber aus den Buchten erst im Juli ab.

Beaufort-See. Im Mai war die Bristol-Bai eisfrei und im Beringsmeer soll nur wenig Eis gewesen sein. Im Juli und August lag das Eis ziemlich dicht unter der Küste zwischen Icy Cape, Pt. Barrow und Camden-Bai (143° W-Lg.). Von Herschel-Insel bis Banks-Land war die See eisfrei.

Der dänischen Zusammenstellung ist ein Bericht der Mitglieder der Canadian Arctic Expedition (Stefansson) für die Jahre 1914/15 über ihre Beobachtungen in der Beaufort-See beigefügt. Erwähnenswert aus dem Bericht ist,

daß bei der Reise Stefanssons auf dem Scholleneis von Martin Pt. an der Nordküste Alaskas nach Banks-Land zuerst eine Südost-Trift, parallel der Küste, später Südwest-Trift beobachtet wurde; ob der Wind aus Westen oder Osten kam, stets hatte die Trift eine Richtung nach Süden. Von der 2. Hälfte des Monats Juli bis Mitte September waren im östlichen Teil der Beaufort-See günstige Eisverhältnisse, so daß die Schiffahrt hier möglich war. Br.

3. **Die meteorologische Station auf Macquarie Island.** Ebenso wie die schottische Südpolar-Expedition im Jahre 1902 sich eine Basisstation auf den Süd-Orkney-Inseln und die 1. deutsche Südpolar-Expedition 1901 sich eine solche auf den Kerguelen-Inseln geschaffen hatte, so hatte auch die australische Expedition unter Mawson 1912 eine Basisstation auf Macquarie Island errichtet, die sowohl als Anschlußstation für meteorologische und erdmagnetische Beobachtungen dienen sollte, als auch die Aufgabe hatte, durch drahtlose Telegraphie die Verbindung der Expedition mit der Außenwelt aufrechtzuerhalten. Während die sehr abgelegene Kerguelen-Station 1903 aufgelöst wurde, ist die schottische Station auf den Süd-Orkney-Inseln durch die argentinische Regierung übernommen worden, und ihre Beobachtungen haben uns ein wertvolles Material zur Witterungs- und Klimakunde der Weddell-See geliefert.

Wie die amerikanische Zeitschrift »Scientific American« neuerdings berichtet, ist die von der australischen Expedition auf Macquarie Island (54° 50′ S-Br., 159° O-Lg.) errichtete Station nach Beendigung der Expedition durch Beiträge der Regierungen von Australien und Neu-Seeland weitergeführt worden. Die drahtlose Station auf der Insel, die in Verbindung mit Hobart auf Tasmanien und Wellington auf Neu-Seeland steht, sendet täglich durch Funkspruch meteorologische Berichte, die für Australien und Neu-Seeland von großem Wert sind, da die weit nach Süden vorgeschobene Insel schon zum Teil die antarktischen Verhältnisse widerspiegelt, die die Witterung in Australien beeinflussen. Nach neueren Berichten aus Australien soll es jedoch sehr wahrscheinlich sein, daß die Station aufgehoben wird, da einerseits die Kosten, um Proviant und Ausrüstung nach diesem einsamen Platz hinzuschaffen, sehr groß sind, und es anderseits auch Schwierigkeiten macht, Offiziere für diese Aufgaben zu finden. Die Insel liegt 900 Sm südlich von Hobart in der Region der Westwinde, also in einem der stürmischsten Gebiete der Welt. Vor einigen Monaten erst ging der Trawler »Endeavor«, der einen Offizier zur Ablösung und Proviant nach den Inseln bringen sollte, mit 21 Mann Besatzung verloren. Die Insel ist ganz unbewohnt, nur im Sommer sind dort einige Robbenschläger, die Öl aus den auf der Insel zahlreich vorhandenen Seeelefanten und Pinguinen gewinnen.

Soweit bekannt, liegen Veröffentlichungen über die Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen auf Macquarie-Insel noch nicht vor. Wenn diese erschienen sind, wird ein Vergleich der Beobachtungen mit den gleichzeitigen auf den Süd-Orkney-Inseln viel Interessantes bieten, da die klimatischen Verhältnisse der betreffenden Meeresgebiete große Unterschiede aufweisen. Br.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

P. Bossen en D. Mars: **Zeevaartkundige Tafelen voor Circum-Meridiaan-Waarnemingen met Toepassing op de Plaatsbepaling door Hoogtelijnen.** (Breedte 0° — 75°, Declinatie 0° — 79°, Uurhoek 0ᵘ — 2ᵘ, Azimuth 0° — 36°). Grooningen 1913.

Diese Tafelsammlung erscheint in der 3. Auflage. Sie bringt zunächst Tafeln der genäherten Durchgangszeiten der hauptsächlichsten Fixsterne, Grenzen für Stundenwinkel und Azimute der Zirkummeridianbeobachtungen und Tabellen zur Reduktion beobachteter Kimm-Abstände. Es folgen dann als Hauptteil der Sammlung Tafeln für die Reduktion der in der Nähe des Meridians beobachteten Zenitdistanzen auf Meridionalzenitdistanzen, denen folgende Formeln zugrunde liegen:

$$b \pm d = z - \frac{1''.9635}{\operatorname{tg} b \pm \operatorname{tg} d} (p^2 - 0.000\,001\,586\, p^4) + 0''.000\,024\,24\, c^2 \operatorname{cotg}(b \pm d)$$

für die Nähe des oberen Meridians und eine ähnliche für die des unteren. Hierin bedeuten b, d, z und p der Reihe nach Polhöhe, Deklination, Zenitdistanz und Anzahl der Zeitminuten zwischen Beobachtung und Meridiandurchgang. Die am Schluß auftretende Größe c ist gleich der »ersten Verbesserung« $\frac{1''.9635}{\text{tg b} \pm \text{tg d}}$ ($p^2 - 0.000\,001\,586\ p^4$). Die Verfasser bezeichnen den Faktor 1″.9635: (tg b ± tg d) mit A. Dann ist 1 : A = tg b : 1″.9635 + tg d : 1″.9635 = $Q_1 + Q_2$. Diese Werte Q lassen sich aus einer und derselben Tafel entnehmen, indem man das einemal mit b, das anderemal mit d eingeht. Eine weitere Tafel gibt dann die reziproken Werte von $Q_1 + Q_2$, also den Faktor A. Mit A und p entnimmt man der Tafel der ersten Verbesserung den Wert c_1 und mit diesem und der Gestirnshöhe h den Wert $c_2 = 0''.000\,024\,24\ c^2 \cdot \text{cotg}\,(b \pm d)$ aus der Tafel der zweiten Verbesserung. Hier kann nämlich wegen der Kleinheit des Gliedes tang h statt cotg (b ± d) genommen werden. Die Formeln sind also den bekannten ähnlich, die sich schon in anderen Tafelsammlungen (z. B. von Albrecht, Ambronn und Domke u. a.) befinden, nämlich $\varphi = \delta + z - Am + Nn$, wo $A = \cos\varphi \cos\delta : \sin z_0$, $N = A^2 \cdot \text{cotg}\, z_0$, $m = 2 \sin^2 \frac{t}{2} : \sin 1''$, $n = 2 \sin^4 \frac{t}{2} : \sin 1''$ ist. Die hier getroffene Anordnung erspart dem Rechner aber jedes Multiplizieren und Logarithmieren, worin mancher nautische Praktiker vielleicht einen Vorteil sehen wird.

Durchaus modern und von gewissem pädagogischen Wert wird die Tafelsammlung dadurch, daß sie sich in anschauliche Beziehung zur Lösung der Ortsbestimmung durch Standlinien setzt. Es befinden sich am Schlusse auch noch Tafeln, die in Verbindung mit den vorhergehenden die Auflösung des Standliniendreiecks erleichtern. Dr. M.

Meldau, Prof. Dr. H., Bremen, en Moritz, Kapt. A. J. L., Rotterdam: **Het Kompass aan boord van ijzeren en stalen schepen.** Rotterdam 1915.

Das vorliegende, von Meldau in Gemeinschaft mit dem Rotterdamer Kapitän Moritz in holländischer Sprache herausgegebene Buch soll einem doppelten Zwecke dienen: es beabsichtigt einerseits eine Einführung in die Lehre vom Schiffsmagnetismus und vom Kompaß und seinen Deviationen zu geben und will anderseits in ähnlicher Weise wie Meldaus ausgezeichnetes Kleines Kompaßlexikon, zu dem es gewissermaßen eine systematische Ergänzung bildet, ein Ratgeber sein in allen an Bord auftretenden Fragen der Kompaßbehandlung. Dem letztgenannten Zweck dient ein ausführliches alphabetisches Register, während die systematische Anordnung des Stoffes und die einfache, klare Art der Darstellung das Buch zu einer ganz vorzüglichen Einführung in die eigentümlichen Schwierigkeiten dieses wichtigen Zweiges der nautischen Wissenschaften machen.

Nach einigen einleitenden Kapiteln, in denen die Grundgesetze des Magnetismus, der Erdmagnetismus, die Beobachtungsmethoden und der Schiffsmagnetismus im allgemeinen behandelt werden, werden in vier folgenden Kapiteln die semizirkulare, die quadrantale Deviation, die magnetische Richtkraft an Bord eiserner Schiffe und die allgemeine Deviationsformel in ähnlicher Weise, wie in dem von Meldau bearbeiteten Abschnitt über den Kompaß an Bord unserer Schiffe in Breusings Steuermannskunst dargelegt, wobei hier wie dort das Hauptgewicht auf möglichste Anschaulichkeit bei der Entwicklung der Formeln gelegt ist. Dieses synthetische Verfahren ist allerdings umständlicher als die Ableitung der Deviationsformel aus den Poissonschen Gleichungen, wie sie beispielsweise im Admiralty Manual gegeben ist; doch hat die gewählte Art der Darstellung für den Anfänger entschieden den Vorzug der Anschaulichkeit und den, daß sie ihn allmählich in die Grundbegriffe der Deviationslehre einführt und ihn mit deren Handhabung vertraut macht. In einfacher Weise sind die in vielen Lehrbüchern auftretenden Unklarheiten bei der Einführung von λ vermieden. Dieser Größe und der Richtkraft an Bord eiserner Schiffe ist noch ein besonderes Kapitel gewidmet, in dem die in den vorhergehenden Abschnitten gelegentlich gemachten Bemerkungen zusammengefaßt und weiter ausgeführt werden. Bei der Besprechung der einzelnen Deviationskoeffizienten wird darauf hingewiesen, daß ein fehlerhaft angebrachter Steuerstrich nicht, wie in manchen Werken angegeben wird, als eine der Ursachen des Koeffizienten A angesehen werden darf. Die Deviation als der Winkel der N—S-Linie der Rose mit dem magnetischen Meridian hat mit dem Steuerstrich nichts zu tun. In dem Kapitel über die Veränderung der Deviation mit der Breite ist die Zerlegung der Koeffizienten der semizirkularen Deviation in ihre beiden Bestandteile nach der von Guyon in seinem Manual des instruments nautiques mitgeteilten graphischen Methode des französischen Seeoffiziers E. Perrin gezeigt, die sich durch ihre Eleganz und Einfachheit sehr empfiehlt und eine anschauliche Vorstellung von dem Einfluß des remanenten Magnetismus auf die Deviation gibt und erkennen läßt, inwiefern die Größen $\frac{P_1}{\lambda}$ und $\frac{c}{\lambda}$ je nach Art des Schiffseisens und der Aufstellung des Kompasses als konstant betrachtet werden können.

Nach einer sehr klaren Darstellung der Krängungsdeviation und ihrer Berechnung folgt eine ebenso vorzügliche Behandlung des remanenten Magnetismus und seines Einflusses auf die Deviation, wobei das Entstehen der Gaussinschen Trägheitskoeffizienten kurz erklärt wird. In diesem Kapitel sind auch die vor kurzem von S. Mars (Der Schiffskompaß und der Schiffsmagnetismus, Batavia 1914, besprochen in dieser Zeitschrift, Jahrgang 1914) angegebenen Formeln zur Berechnung des Einflusses des remanenten Magnetismus angewandt. Die Verfasser empfehlen den Nautikern, ihre Brauchbarkeit für die Praxis durch die Praxis — nur so kann es geschehen — festzustellen und, wie der Unterzeichnete hinzufügen möchte, sie mit den von Koldewey gegebenen Formeln zu vergleichen.

In dem Kapitel über Kompaßstörungen werden die Einflüsse behandelt, die bewegliche Eisenmassen, Eisenladung, schwere Stöße und Erschütterungen, Temperatur und elektrische Anlagen sowie Blitzschlag auf den Kompaß ausüben, Gegenstände, über die vielfach noch unklare Anschauungen herrschen. Der Wichtigkeit der Kompensation der Kompasse entsprechend, ist dieses

Kapitel besonders eingehend behandelt und namentlich auf die Berücksichtigung des remanenten Magnetismus hingewiesen. Im Anschluß an die gewöhnlichen Kompensierungsmethoden ist in einem besonderen Kapitel die Anwendung des Deflektors und speziell die des Clausenschen Instruments, das sich durch seine Einfachheit gegenüber dem Thomsonschen empfiehlt, eingehend auseinandergesetzt. Nach einer kurzen Darlegung des Einflusses der Nadelinduktion und der Länge der Kompaßnadeln folgt ein sehr ausführlich gehaltenes Kapitel über den Kompaß und die Anforderungen, denen er genügen soll. Den Schluß bilden zwei Kapitel über die Aufstellung der Kompasse an Bord und über Peilvorrichtungen und andere zu den Kompassen gehörende Instrumente, darunter das Thomsonsche Vertikalkraftinstrument in der ihm von Creak gegebenen Form sowie der schon erwähnte Clausensche Deflektor.

Anhangsweise sind Deckpeilungen und magnetische Richtungen in den niederländischen Gewässern sowie das Peilungssystem des Turmes von Brielle gegeben. Daran schließen sich Tafeln für B sin z und C cos z sowie für D sin 2z und E cos 2z und endlich Tafeln für die Länge der Flindersstange und den Abstand der D-Korrektoren. Karten der erdmagnetischen Horizontal- und Vertikalkraft, ein rechtwinkliges Deviationsdiagramm und eine Übersicht der neun Deviationsstangen machen den Schluß.

Das sehr gut ausgestattete Buch kann allen Schiffsführern und Schiffsoffizieren, die Zeit und Neigung für ein gründliches Studium der Deviationslehre haben, und denen die nötige Kenntnis der holländischen Sprache zu Gebote steht, auf das wärmste empfohlen werden. Die auf das Durcharbeiten verwandte Zeit und Mühe wird durch die gewonnene Einsicht reichlich belohnt werden.

v. Hasenkamp.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Verschiedenes.

Meyers physikalischer Handatlas. 51 Karten z. Ozeanographie, Morphologie, Geologie, Klimatologie, Pflanzen- und Tiergeographie und Völkerkunde. 8⁰. (IV S. Text.) Leipzig 1916. Bibliograph. Institut. 4.00 *M.*

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Graphische Ermittelung der Grundwerte des solaren Klimas. E. Alt. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 3.

Schrumpfen und Strecken in der freien Atmosphäre. W. Schmidt. »Beitr. z. Phys. d. fr Atmosph.« 1916, VII. Bd., Hft. 3.

Meteorologie der antarktischen Expedition von R. Amundsen. J. v. Hann u. H. Mohn. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 3.

Temperature inversions in relation to frost. A. McAdie. »Scientif. Americ. Supplem.« 1916, February 26.

Die Divergenz des Windes in den synoptischen Wetterkarten und ihre Beziehung zu den gleichzeitigen und folgenden Druckänderungen. A. Defant. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 3.

Bestimmung der Divergenz des Windes im stationären Windfelde bei gegebenem Druckfelde. R. Dietzius. Ebenda.

Die Windänderung mit der Höhe vom Erdboden bis etwa 3000 m Höhe. Th. Hesselberg u. U. Sverdrup. »Beitr. z. Phys. d. fr. Atmosph.« 1916, VII. Bd., Hft. 3.

Die Geschwindigkeit des Windes in großen Höhen über Wien. R. Dietzius. Ebenda.

Schlechte Mittel der Bewölkung als Folge eines mangelhaften Beschlusses der Meteorologen-Kongresse. J. v. Hann, »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 3.

De storm van 13.—14. Januari 1916. P. H. Gallé. »Tijdschr. Nederl. Aardr. Genootsch.« 1916, Nr. 3a.

De stormvloed van 13.—14. Januari 1916. A. A. Beckman. Ebenda.

Hochstürme und Luftfahrten. W. Krebs. »Deutsche Luftfahr.-Ztschr.« 1916, Nr. 7/8.

Schwingungen des Freiballones. R. Dietzius. »Beitr. z. Phys. d. fr. Atmosph.« 1916, VII. Bd., Hft. 3.

Physik.

Normalthermometrie. K. Scheel. »Die Naturwissenschaften« 1916, Hft. 13.

Das Ausstrahlungs- und Reflektionsvermögen des Wassers. W. Schmidt. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 3.

Die Schwerkraft auf dem Mittelländischen Meere und die Hypothese von Pratt. H. Wolff. »Beiträge z. Geophysik«, XIV. Bd., 3. Hft.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Concours pour le réglage de chronomètres à Genève. »Journ. Suisse d'Horlog.« 1915/16, Nr. 10.

Über die Berechnung der Fadenberichtigung für geeichte Thermometer. H. Schlüter. »Mitteil. d. Materialprüf. Amt« 1915, 5/6. Hft.

Eine neue Form von Instrumenten zur Verfolgung von Pilotballonen. O. Tetens. »Beitr. z. Phys. d. fr. Atmosph.« 1916, VII. Bd., Hft. 3.

Astronomie, terrestrische und astronomische Navigation.

Plaats- en stroombepaling door peiling op een enkel punt. J. A. de Jongh. »Marineblad« 1915/16, Nr. 7.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

De hydrographische opneming van Indië. »Marineblad« 1915/16, Nr. 7.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Neuere Schiffsmotoren und Motorschiffe. »Motorschiff und Motorboot« 1916, Nr. 7.
Load line committee. »Hansa« 1916, Nr. 16.
Die Schiffbauindustrie in der Türkei. G. Herlt. »Deutsche Levante-Ztg.« 1916, Nr. 8.
Die Schiffahrt und der Schiffsbau in Nordamerika. »Hansa« 1916, Nr. 16.

Handelsgeographie und Statistik.

Handels- und Schiffahrtsbericht der Kaiserlichen Gesandtschaft in Bangkok für das Jahr 1913/14: Siam. »Deutsches Handelsarch.« 1916, März.
Handelsbericht für das Jahr 1914: Tschifu. Ebenda.
Die italienische Handelsschiffahrt und Schiffahrtspolitik. H. Wilda. »Deutsche Levante-Ztg.« 1916, Nr. 8.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Schiffahrtsgesetzgebung der Vereinigten Staaten. »Hansa« 1916, Nr. 14.

Verschiedenes.

Hochspannungs-Seekabel zwischen Dänemark und Schweden. »Elektrotechn. Ztschr.« 1916, Hft. 13.
Hollands duin als natuurlijke zeewering en de tijd. E. Dubois. »Tijdschr. Nederl. Aardr. Genootsch.« 1916, Nr. 3a.
Signaling among the ancients. H. N. Shore. »Scientif. Americ. Supplem.« 1916, March 4.
Fünfzig Jahre Elbstrombauverwaltung. Roloff. »Zentralbl. d. Bauverwaltg.« 1916, Nr. 27.
Die Küstensiedlungen des Mittelländischen Meeres. Lehnert. »Geogr. Anzeiger« 1916, Hft. III.
Neues Nebelsignal für die Schiffahrt. »Prometheus« 1916, Jahrg. XXVII., Nr. 27.
Erdbeben in Rabaul. »Deutsches Kolonialblatt« 1916, Nr. 6/7.

Die Witterung an der deutschen Küste im März 1916.

(Amtlich)

In seinen Monatswerten war der März im Vergleich mit den vieljährigen Ergebnissen bei zu niedrigem, von Osten nach Westen hin abnehmendem Luftdruck ziemlich trocken und stark bewölkt, an der Nordsee etwas zu kühl, an der Ostsee aber, von Westen nach Osten in zunehmendem Grade, zu warm. Die Winde wehten ganz überwiegend aus östlichen Richtungen, und zwar aus dem Nordostviertel bis auf Keitum und den äußersten Nordosten, wo südöstliche Winde verhältnismäßig häufig beobachtet wurden; die Luftbewegung war schwach, soweit Abweichungen der aufgezeichneten Windgeschwindigkeiten berechnet worden sind.

Steife und stürmische Winde wurden über größerem Gebiete beobachtet: Aus östlichen Richtungen am 7. und in der folgenden Nacht ostwärts bis Pommern, am 11. und 12. ostwärts bis Mecklenburg, am 22. an der westlichen und mittleren Ostseeküste, sowie aus westlichen Richtungen, und zwar meist aus dem Südwestviertel am 25. an der ostdeutschen Küste, sowie am 26. und 27. an der Nordsee und der Ostküste Schleswig-Holsteins. Nur in Schleimünde ist mit Stärke 9 am 7. eine größere Windstärke als 8 beobachtet worden. Gewitter traten am 27. an der preußischen Küste auf. Nebel herrschte in weiterer Ausdehnung am 1. bis 3. ostwärts bis zur Oder, am 4. von der Elbe bis nach der Ostküste Schleswig-Holsteins, am 13. und 14. ostwärts bis Pommern, am 15. bis 18. an der ganzen Küste, am 19. bis 20. ostwärts bis zur Oder, sowie am 21. ostwärts bis Mecklenburg. Heiteres Wetter trat in größerer Verbreitung am 26. bis 28. an der ostdeutschen Küste sowie am 30. und 31. ostwärts bis Pommern auf. Trockene Tage an der ganzen Küste waren nur der 1., 30. und 31. März, doch waren die Niederschläge an der überwiegenden Zahl der Tage nur geringfügig.

Die Luftdruckverteilung war in ihren Hauptzügen im März verhältnismäßig geringen Änderungen unterworfen. Vom 1. bis 23. März erstreckte sich ein Hochdruckgebiet von Rußland nach Skandinavien, gegenüber einem Tiefdruckgebiet über Kontinentaleuropa, das bis zum 3. sowie vom 11. bis 23. mit

einem Tiefdruckgebiet über dem Ozean, vom 4. bis 10. aber mit einem solchen über dem Mittelmeer in Verbindung stand. Entsprechend den Wandlungen des Tiefdruckgebiets über Kontinentaleuropa, das mehrfach die Entwicklung von flachen, entsprechend der Luftdruckverteilung im allgemeinen in westlichen Richtungen fortschreitenden Teilminima zeigte, erstreckte sich das Hochdruckgebiet von Nordeuropa mehr oder weniger weit südwärts. Die Winde wehten in diesen Tagen durchweg aus östlichen Richtungen, mit Ausnahme von vereinzeltem vorübergehenden Umgehen nach anderen Richtungen unter dem Einfluß eines nach der Nordsee hin erfolgenden nördlicheren Vordringens einzelner Teilminima. Daß die Temperaturen trotz der anhaltenden östlichen Winde verhältnismäßig hoch blieben, war eine Folge der hohen Bewölkung und der im allgemeinen weit nach Süden reichenden Erstreckung des russischen Hochdruckgebiets, demzufolge die östlichen Winde Luft herbeiführten, die südlicheren Breiten entstammte; bis zum 21. lagen die Temperaturen morgens 8 Uhr an der Ostsee mit Ausnahme des 8. über den vieljährigen Werten, während sie an der Nordsee vom 4. bis 13. meist ein wenig unter diesen Werten blieben. Charakteristisch für diese Tage war die in der Einleitung angegebene außerordentliche Häufigkeit von Nebel, der sich an vielen Morgen über ganz Deutschland erstreckte. Das Vordringen eines Teiltiefs von Nordwestdeutschland nach Westrußland führte am 22. über dem Westen der Küste und am 23. über dem ganzen Gebiet bei lebhaften Winden nördlicher Herkunft kälteres Wetter, im äußersten Osten teilweise strenge Kälte herbei; die Temperaturen erreichten an diesem und teilweise an den beiden folgenden Tagen ihre niedrigsten Werte des Monats.

Eine Wandlung der Wetterlage wurde durch ein in der Nacht zum 24. nordostwärts nach dem Süden der Ostsee vordringendes Teiltief und ein am 24. in derselben Richtung nachfolgendes Teiltief herbeigeführt. Die Winde drehten am 24. bereits teilweise und in der folgenden Nacht an der ganzen Küste nach Südwest bis West, da sich im Rücken der über der Ostsee abziehenden Teilminima hoher Luftdruck von der Biscayasee ostwärts über Kontinentaleuropa ausbreitete. Auf der nördlichen Seite dieses Hochdruckausläufers und unter dem Einfluß von Ausläufern eines vom Nordmeer bis Großbritannien reichenden Tiefdruckgebiets, bei deren Vordringen in östlichen Richtungen sich das Tiefdruckgebiet allmählich über ganz Skandinavien ausdehnte, erhielten sich die Winde aus dem Südwestviertel bis Ende des Monats, die wärmeres Wetter und vom 23. bis 28. täglich fast an der ganzen Küste Niederschläge herbeiführten. Die höchsten Temperaturen des Monats stellten sich meist am 28. und 31. ein. Die Herrschaft des am 30. und 31. über Kontinentaleuropa und den Süden der Nord- und Ostsee ausgestreckten Hochdruckgebiets brachte an diesen Tagen für die ganze Küste trockenes, sonniges Wetter.

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm +						Lufttemperatur, °C.					Zahl der	
		Mittel		Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br.									Frosttage	Eistage
		red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom 30j. Mittel	Max.	Dat.	Min.	Dat.	8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom 15j. Mittel	(Min. <0°)	(Max. <0°)
Borkum	7.7 m	54.7	—5.5	72.0	31.	42.5	2.	2.4	4.3	3.0	3.0	—0.2	9	0
Wilhelmshaven	8.5	54.9	—4.6	72.0	31.	42.5	2.	1.7	4.1	1.6	2.1	—0.9	14	0
Keitum	8.4	55.3	—3.4	69.7	31.	42.1	2.	0.6	2.2	1.2	1.2	—0.6	13	1
Hamburg	26.0	55.2	—4.2	71.8	31.	42.7	2.	2.2	4.4	3.2	3.0	—0.2	8	0
Kiel	47.2	55.9	—3.1	70.5	31.	43.0	2.	1.0	3.0	1.5	2.2	+0.4	12	1
Wustrow	7.0	55.9	—3.0	70.9	30.	43.0	2.	1.6	3.4	2.2	2.1	+0.5	8	0
Swinemünde	10.0	55.8	—3.5	71.2	30.	43.4	2.	2.1	4.4	3.1	2.9	+1.1	5	1
Rügenwaldermünde	6.9	56.5	—2.7	71.5	30.	44.8	2.	1.7	4.3	2.6	2.5	+1.6	9	0
Neufahrwasser	4.5	57.4	—1.8	71.8	30.	44.6	22.	1.5	3.8	2.5	2.3	+1.3	12	1
Memel	9.6	58.7	—0.1	71.0	30.	43.0	22.	—0.2	2.1	0.3	0.4	+1.0	15	7

Stat.	Temperatur-Extreme						Temperatur-Änderung von Tag zu Tag			Feuchtigkeit				Bewölkung				
	Mittl. tägl.		Absolutes monatl.							Absolute Mittel mm	Relative. %							
	Max.	Min.	Max.	Tag	Min.	Tag	8h V	2h N	8h N		8h V	2h N	8h N	8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	5.1	1.2	9.9	19. 31.	—1.7	23.	1.2	1.5	1.1	5.3	93	88	90	8.5	8.6	7.8	8.3	+2.1
Wilh.	4.9	0.1	12.0	28.	—2.4	6.	1.7	2.4	1.4	5.2	94	88	89	9.3	9.7	8.5	9.2	+1.8
Keit.	3.1	0.0	8.8	28.	—3.4	25.	0.9	1.7	1.1	4.8	95	97	93	8.6	8.9	8.1	8.5	+2.7
Ham.	5.4	1.2	12.0	31.	—2.0	23.25.	1.3	1.9	1.9	5.0	88	79	86	9.4	9.5	8.6	9.1	+2.3
Kiel	3.5	0.0	10.1	28.	—3.3	24.	1.1	1.5	1.3	4.7	92	86	91	8.6	9.4	7.8	8.6	+1.6
Wus.	4.1	0.5	10.5	28.	—2.4	23.	0.9	1.7	1.4	4.5	92	84	90	8.5	9.0	9.1	8.9	+1.8
Swin.	5.2	1.0	13.3	28.	—3.2	23.24.	1.2	2.2	1.6	4.9	88	79	86	8.5	9.0	8.6	8.7	+1.9
Rüg.	5.1	0.8	12.3	13.	—3.2	23.	1.2	2.6	2.0	4.9	89	81	89	8.4	8.5	7.7	8.2	+1.6
Neuf.	4.9	0.3	14.6	28.	—2.9	23.	1.6	1.9	1.8	4.5	85	76	83	8.3	8.3	8.3	8.3	+1.1
Mem.	3.0	—1.4	14.5	28.	—5.7	24.	1.9	1.8	1.7	4.2	89	80	88	9.0	8.6	8.3	8.6	+1.7

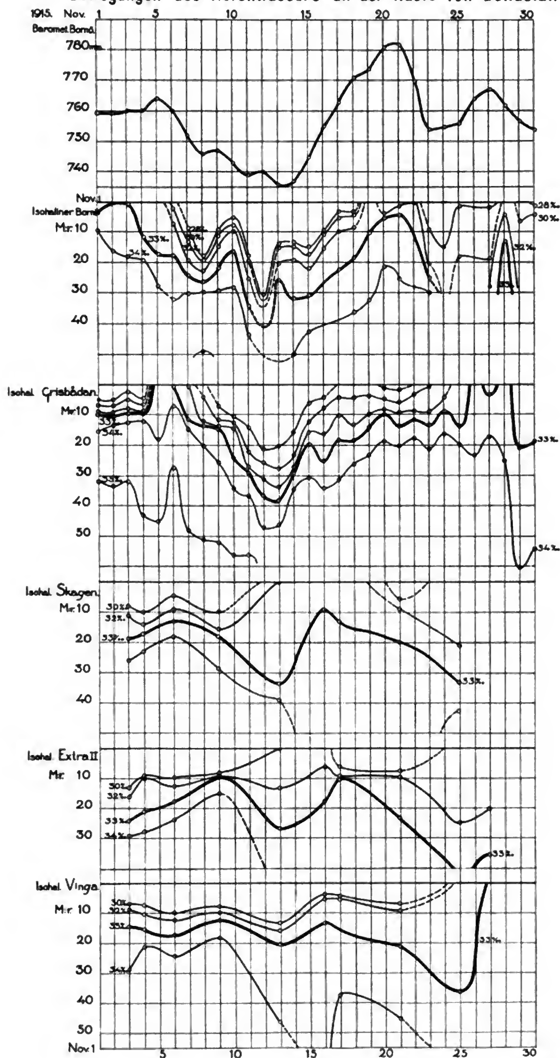
Stat.	Niederschlag, mm[1])						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit[2])			
	8h V—8h N	8h N—8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	mit Niederschlag ≥ mm				K u. T	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek.			Daten der Tage mit Sturm
							0.2	1.0	5.0	10.0					Mittel	Abw.	Sturmnorm	
Bork.	8	15	23	— 20	7	29.	12	8	1	0	0	0	0	20	—	—	12.0	—
Wilh.	21	20	41	— 3	22	29.	10	5	2	2	0	0	1	24	6.0	—0.5	12.0	7.
Keit.	14	15	29	— 13	18	29.	15	5	1	1	0	0	0	21	4.7	—0.5	12.0	26.
Ham.	25	18	43	— 11	7	28.	15	11	4	0	0	0	1	27	4.5	—1.1	12.0	26. 27.
Kiel	19	20	39	— 15	6	26.	17	11	2	0	0	0	2	23	4.3	—1.7	12.0	keine
Wus.	12	10	22	— 9	6	25.	9	6	1	0	0	0	0	24	—	—	12.0	—
Swin.	16	6	21	— 17	6	9.	16	6	1	0	0	0	0	23	4.3	—0.7	10.5	keine
Rüg.	5	9	14	— 31	2	25.	12	8	0	0	0	0	1	22	4.3	—	15.0	keine
Neuf.	13	4	16	— 19	4	5.12.	10	4	0	0	0	0	2	23	4.0	—	12.0	keine
Mem.	13	23	35	+ 1	12	22.	16	9	2	1	0	0	0	21	4.0	—	12.0	25.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	7	0	31	16	11	0	4	0	1	3	17	0	0	0	2	0	1	3.0	3.2	3.0
Wilh.	5	2	21	11	15	5	6	2	2	6	9	2	2	0	2	2	1	3.4	3.4	3.2
Keit.	3	2	14	8	18	15	8	0	2	2	7	7	0	0	4	1	2	3.8	4.2	3.9
Ham.	2	7	11	17	11	9	4	3	3	7	6	6	2	1	0	2	2	3.1	3.3	2.6
Kiel	1	1	16	11	31	1	1	0	12	2	10	0	3	0	4	0	0	2.7	3.3	2.8
Wus.	1	2	23	10	17	5	6	4	3	8	5	4	3	0	1	0	1	3.4	3.8	3.4
Swin.	5	5	22	6	13	4	13	1	6	0	10	5	2	0	0	0	1	2.9	3.6	2.8
Rüg.	1	1	10	17	13	7	9	9	2	2	9	2	3	2	1	0	5	3.0	3.3	2.8
Neuf.	7	2	9	9	11	9	10	14	6	3	3	0	4	0	0	1	5	2.4	2.8	2.2
Mem.	0	5	4	9	17	7	25	3	6	2	1	3	7	0	3	1	0	3.0	3.1	2.5

[1]) **Die Niederschlagswerte sind auf ganze Millimeter abgerundet.**
[2]) **Vgl. die Erläuterungen der Januar-Tabelle, »Ann. d. Hydr. usw.« 1905 S. 143.**

Druck und Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei,
Berlin SW, Kochstraße 68—71.

Bewegungen des Tiefenwassers an der Küste von Bohuslän



Neue ozeanographische Forschungen an der Ostküste der Vereinigten Staaten.

Von Dr. W. Brennecke.

(Hierzu Tafel 7 bis 10.)

Einleitung.

Ebenso wie die europäischen Staaten zu der Erkenntnis gekommen sind, daß eine gesunde Ausnutzung der anliegenden Meeresgebiete nur möglich ist, wenn man das Meer und die Veränderungen, welche sowohl jahreszeitlich wie aperiodisch sich in ihm abspielen, gründlich kennt, in gleicher Weise haben auch die Vereinigten Staaten von Nordamerika neuerdings die systematische Erforschung ihrer Küstenmeere als notwendig erkannt. Wenngleich also in erster Linie die Förderung praktischer Interessen die Triebkraft der Unternehmungen ist, so schaffen diese anderseits ein umfangreiches Material, das unsere Kenntnis von den Erscheinungen des Meeres vermehrt und die Meereskunde als solche fördert.

An der Westküste der Vereinigten Staaten sind in den Jahren 1912 und 1913 die Gewässer der Bucht von San Francisco eingehend von der California Universität in Berkeley in Verbindung mit dem U. S. Bureau of Fisheries untersucht worden[1]). Ebenfalls im Jahre 1912 setzt die neuzeitliche Forschung an der Ostküste der Vereinigten Staaten ein, unternommen von dem U. S. Bureau of Fisheries in Verbindung mit dem Museum of Comparative Zoology.

Das hier zu den Arbeiten benutzte Fahrzeug war der Fischerei-Schoner »Grampus«, welcher schon in den Jahren 1889—1891 Libbey zu seinen Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse der Tiefenschichten im gleichen Gebiet gedient hatte[2]). Die Ausrüstung war zunächst ziemlich primitiv, wurde jedoch 1913 durch Aufbau eines Laboratoriums, durch Beschaffung einer Lucas-Lotmaschine und verschiedener Wasserschöpfer und Thermometer ergänzt. Aber erst 1914 wurden Kipp-Thermometer vom neuesten Typ (wahrscheinlich Thermometer von Richter) beschafft, so daß das bislang uns vorliegende Material der Jahre 1912 und 1913 noch durchweg auf Messungen mit Negretti- und Zambra-Thermometern in Propeller-Rahmen beruht. Wenn diese geschickt gehandhabt werden — und dies ist auf Grund der ganzen Darstellung anzunehmen — so sind doch Fehler leichter möglich als mit Richter-Thermometern, die gleichzeitig mit dem Schöpfer durch Fallgewicht ausgelöst werden, jedenfalls ist die Genauigkeit der Temperaturmessungen mit den alten Thermometern im Propeller-Rahmen nicht sehr groß; der mögliche Fehler wird auf 0.15° C angegeben. Die Bestimmung des Salzgehalts ist dagegen nach modernen Methoden mittels Chlortitration erfolgt, auch sind alle Proben zweimal titriert und ist die Zuverlässigkeit der Flaschen geprüft worden.

Leiter und Herausgeber der Untersuchungen ist Henry B. Bigelow, an den ozeanographischen Untersuchungen ist namentlich W. W. Welsh beteiligt. Über die Fahrten 1912, 1913 und 1914 liegen kurze vorläufige Berichte in Science (N. S. Bd. 38, 1913 S. 599 und Bd. 40, 1914 S. 881) vor. Die Ergebnisse der Fahrten in den Jahren 1912 und 1913 sind außerdem in ausführlicher Bearbeitung, ausgestattet mit Karten und Profilen, erschienen[3]). Da bedauerlicherweise sämt-

[1]) Siehe hierüber das ausführliche Referat von G. Schott. Die Naturwissenschaften 1915, S. 225—230.

[2]) W. Libbey, Report upon a physical investigation of the waters off the southern coast of New England. Bulletin of the U. S. Fish. Commission, Bd. IX for 1889, S. 391—459. Washington 1891

[3]) H. B. Bigelow: Explorations in the Gulf of Maine, July and August 1912 by the U. S. Fish. Schooner „Grampus". Ozeanography and Notes on the plankton. Bull. of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Bd. 58, No. 2. Cambridge, Mass. U. S. A. 1914. Ferner: Exploration of the coast water between Nova Scotia and Chesapeake Bay, July and August 1913. Ebendort. Bd. 59, No. 2, 1915.

liche Tiefenangaben in Faden, sämtliche Temperaturmessungen in Fahrenheit-Graden mitgeteilt, und da ferner die Originalarbeiten nicht überall zugänglich sind, so wurden eine große Anzahl von Stationen von mir umgerechnet und neue Schnitte gezeichnet; die diesen Schnitten zugrunde liegenden Reihenmessungen sind am Schluß der Abhandlung beigefügt. — Wie wertvoll die vorliegenden Untersuchungen auch sind, so muß doch bemerkt werden, daß bei dem Versuch, die Wasserbewegungen in dem Untersuchungsgebiet aus dem Beobachtungsmaterial zu erklären, der Mangel an Beobachtungen zu einer anderen Jahreszeit als im Sommer Schwierigkeiten macht; auch im Jahr 1914 ist wieder nur im Juli und August beobachtet worden.

1. Das Untersuchungsgebiet.

Das in den Jahren 1912 und 1913 sowohl hydrologisch wie biologisch untersuchte Gebiet erstreckt sich längs der Ostküste Nordamerikas von 37° bis 45° N-Br., oder von der Chesapeake-Bai bis Neu-Schottland (siehe Tafel 7). Zuerst wurde im Sommer 1912 nur der Golf von Maine in Angriff genommen, einerseits wegen seiner Bedeutung für die Fischerei und sodann, weil über seine Temperatur, seinen Salzgehalt und sein Plankton in der Tiefe wenig bekannt war; mit maßgebend war auch, daß er ein in sich abgeschlossenes Gebiet bildet. Während die Arbeiten des Jahres 1912 also alle nördlich der Linie Kap Cod—Kap Sable gelegen sind, liegt das Schwergewicht der Arbeiten des Sommers 1913 südlich Kap Cod in der Erkundung der Verhältnisse auf dem Küstenschelf bis zur Golfstromgrenze, gleichzeitig wird aber auch der Golf von Maine wieder mit in das Arbeitsgebiet einbezogen. In beiden Jahren wurden je etwa 50 Reihen-Beobachtungen ausgeführt, zu denen stündliche Oberflächentemperatur-Beobachtungen, gelegentliche Salzgehaltsbestimmungen und eine Anzahl Strommessungen hinzutraten. Sowohl 1912 wie 1913 fanden die Fahrten in den Monaten Juli und August statt.

Da die Bodengestaltung in unserem Gebiet von weitreichendem Einfluß auf die ozeanographischen Faktoren ist, auch eigenartige Züge aufweist, sind die Tiefenverhältnisse nach der deutschen Admiralitätskarte Nr. 442 (1912) auf Tafel 7 wiedergegeben, die gleichzeitig die Lage der ausgewählten Schnitte enthält. Folgen wir der 200 m-Isobathe, welche die Grenze des der Küste anliegenden Schelfs kennzeichnet, so ergibt sich folgendes Bild. Der bei Kap Hatteras etwa 30 bis 40 km breite Schelf nimmt nordwärts an Breite stetig zu, bei der Chesapeake-Bai beträgt diese schon etwa 95 km, bei der Delaware-Bai und bei Rhode Island etwa 130 km, während gleichzeitig die mittlere Tiefenlage von 40 m auf 50 bis 70 m zunimmt[1]). Auf etwa 40° N-Br, nördlich der Hudson-Rinne, schwenkt die 200 m-Isobathe in weitem Bogen nach Osten aus, um etwa 2 Grad nördlicher nach Westen in den Golf von Maine umzubiegen. Sie umgrenzt hier die George-Bank, die dem Golf von Maine, anschließend an die Nantucket Shoals, vorgelagert ist, dringt sodann in mannigfachen Windungen, zum Teil durch Bänke unterbrochen, tief in den Golf ein, um schließlich in nur 26 km Entfernung von ihrer westlichen Abbiegung wieder zu erscheinen, so daß das Schelfplateau nur durch eine Furche unterbrochen ist. Der Golf von Maine bringt also in die großen Züge des allgemeinen Schelfs keine Abänderung, er erweist sich lediglich als eine Vertiefung in dem durch Zurücktreten des Landes verbreiterten Schelf oder als ein Schelfbecken, das durch einen schmalen Ausgang mit der See verbunden ist. Die George-Bank bildet nach Ziemendorff ein Glied in dem von Neufundland über Neuschottland ziehenden Faltensystem und kann als Fortsetzung der nach Nordost streichenden Alleghani-Kette gelten. Auf der George-Bank sind zahlreiche seichtere Bänke vorhanden, die zum Teil nur wenige Meter unter dem Wasserspiegel liegen, eine ähnliche Bildung weisen die Nantucket Shoals auf. Zu erwähnen ist, daß sich zwischen den Nantucket Shoals und den geringen

[1]) Vergleiche hierzu die gute Darstellung von G. Ziemendorff: Der Kontinentalschelf des Nordatlantischen Ozeans. Diss. Leipzig (W. Engelmann) 1910.

Tiefen auf George-Bank größere Tiefen von etwa 80 m befinden, die eine Art Kanal zwischen den Verseichtungen darstellen.

Das Bodenrelief des Golf von Maine ist ziemlich verwickelt. In der Mitte befindet sich südlich der Penobscote-Bai ein Plateau mit zahlreichen Bänken (Platt-Bank, Jeffrey-Bank und Cashe-Ledge), während westlich und östlich größere Tiefen, meist zwischen 200 und 250 m Tiefe, liegen, was der Tiefe des Kanals zwischen George-Bank und Brown-Bank entspricht. Die Maximaltiefe im Golf beträgt 329 m, sie liegt NO von Kap Cod. Sehr verschlungen ist der Verlauf der 100 m-Isobathe, da der Küste zahlreiche Untiefen in bald kleinerem, bald größerem Abstand angelagert sind, am weitesten entfernt sie sich von der Küste an der Ostseite des Golfes, bei Neu-Schottland.

Der Schiffahrt und der Meereskunde ist das Gebiet an der Ostküste der Vereinigten Staaten vornehmlich durch seine eigenartigen Temperaturverhältnisse bekannt. Während wir über tiefem Wasser in größerer Entfernung von der Küste zu allen Jahreszeiten das hocherwärmte Wasser des Golfstroms antreffen, finden sich auf dem Schelfplateau, namentlich im Winter- und Frühjahr, Temperaturen, die bis zu 10, ja 15 und mehr Grad unter denen der freien See liegen. Für dies Gebiet, das sich im Winter etwa von Kap Hatteras an nordwärts der Ostküste Amerikas anlehnt, besteht seit langem die Bezeichnung »Kalter Wall«. Die Deutungen des Phänomens sind verschieden. O. Krümmel[1]) führt als Hauptursachen das Ansaugen des relativ kühlen und salzarmen Wassers von der Cabotstraße und der Neufundland-Bank her und die aufsteigende Tendenz des Wassers an der linken Flanke des Golfstroms an, während Schott[2]) zwar die Möglichkeit von Auftrieb nicht ablehnt, aber der aus dem St. Lorenz-Golf kommenden Cabotströmung den Hauptanteil an der Erscheinung des »Kalten Wall« nördlich von 40° N-Br. zuschreibt, dagegen eine Kontinuität des Labradorstroms mit dem über der Neufundland-Bank und unter Neuschottland sich findenden kalten Wasser in Abrede stellt. Südlich von 40° N-Br ist nach Schott der »Kalte Wall« nur als Neerstrom des Golfstroms aufzufassen, der etwas kälter als der Golfstrom ist, da er von höherer nach niederer Breite strömt.

2. Die Beobachtungen im Golf von Maine.

A. Die Temperatur.

Die Verteilung der Oberflächentemperatur im Golf von Maine wird von Bigelow nur an der Hand der stündlichen Temperaturmessungen auf den Fahrten des »Grampus« im Sommer 1912 und 1913 erörtert. Für 1912 sind diese Messungen in die Routenkarte eingetragen, für 1913 liegt nur ein Übersichtskärtchen mit Isothermen im Abstand von 5° Fahrenheit vor; hierzu treten die bei den Reihenbeobachtungen gemachten Oberflächenbestimmungen. In großen Zügen ergibt sich für die Monate Juli-August der beiden Jahre folgendes Bild der Temperaturverteilung an der Oberfläche: In den zentralen Teilen des Golfs liegen die Temperaturen zwischen 15° und 19° C und waren meist etwas niedriger bei Annäherung an die West- und Nordküste, denen bandartig kaltes Wasser anlag. Bedeutend niedriger waren die Temperaturen an der Ostseite des Golfs unter der Küste von Neu-Schottland, wo auf der German-Bank 1912 10° C, 1913 9° C gemessen wurden; ferner sind noch die niedrigen Temperaturen auf der dem Golf vorliegenden George-Bank bemerkenswert, die 13° betrugen. So ergeben sich also in dem kleinen Gebiet des Maine-Golfes regionale Unterschiede im Juli bis August bis zu 10° C.

Betrachten wir die vertikale Temperaturverteilung in den Jahren 1912 und 1913, wie sie in Tafel 8 durch die beiden Schnitte A und B dargestellt ist; hierbei ist zu berücksichtigen, daß der Schnitt A (1912) zum Teil etwas nördlicher liegt als der Schnitt B (1913), so daß die Zweiteilung des Golfes in ein

[1]) O. Krümmel, Handbuch der Ozeanographie. 2. Aufl. 2. Teil, S. 583 und S. 600.
[2]) Petermanns Mitteilungen. 1897, S. 302.

westliches und östliches Becken bei ersterem schärfer hervortritt. — Bemerkenswert ist zunächst, daß wir schon in etwa 100 m Tiefe, ja im Osten sogar in 60 bis 70 m Tiefe Temperaturen von nur 4° bis 5° finden, während außerhalb des Golfes diese Temperaturen erst in mehr als 400 m Tiefe vorkommen (soweit das Beobachtungsmaterial uns Aufschluß gibt). Es ist dies die Folge der Gesamtlage des Golfes als ein in den Schelf eingesenktes Randmeer, dessen Tiefen nur durch eine schmale Furche in Zusammenhang mit dem freien Ozean stehen. Hierdurch ergeben sich zum Teil ähnliche Verhältnisse wie in der deutschen Ostsee, wo auch im Sommer die Tiefenschichten sehr kalt sind, so daß ein großer Gegensatz zwischen der stark erwärmten leichteren Deckschicht und der kalten schwereren Bodenschicht besteht, der durch die Sprungschicht charakterisiert wurde. Die vorliegenden Reihen aus dem Golf von Maine sind zu lückenhaft, um die Sprungschicht überall feststellen zu können, doch sei hingewiesen auf Station 6 und 2 (1912), bei denen der Unterschied zwischen der Oberfläche und der 18 m-Tiefe etwa 9° beträgt! Aber der Golf von Maine zeigt anderseits beträchtliche Unterschiede gegen ein Binnenmeer wie die Ostsee, indem er lebhafte Gezeitenströmungen aufweist, auch ist er nicht in dem Maße vom offenen Ozean abgeschnitten wie die Ostsee, so daß die Wassermassen im Golf von Maine sowohl durch den Golfstrom wie auch durch Wasser aus nördlichen Gebieten beeinflußt werden.

Die beiden Temperaturschnitte 1912 und 1913 weichen in der Anordnung der Temperaturen bedeutend voneinander ab, zeigen auch in einzelnen Teilen deutliche Unterschiede in bezug auf die Höhe der Temperatur. So war das westliche Becken 1913 wärmer als 1912, während umgekehrt das Ostbecken 1912 wärmer war als 1913. In ersterem Jahr war die vertikale Verteilung der Temperaturen im Golf derart, daß die Temperatur von der Oberfläche nach der Tiefe zu je nach der Lage der einzelnen Stationen mehr oder weniger schnell abnahm, bis von einer gewissen Tiefe ab meist Homothermie eintrat. Im Jahr 1913 finden wir dagegen, daß das kälteste Wasser in etwa 80 bis 100 m Tiefe lagert, und darunter sich wieder wärmeres Wasser befindet. Die Erklärung für diese Temperaturanordnung ist wahrscheinlich in der Beeinflussung vom Ozean zu suchen, indem im Jahre 1913 wärmeres Tiefenwasser, das durch den Kanal zwischen George- und Brown-Bank eingedrungen ist, die Temperatur der Tiefenschichten des Golfs erhöht hat, und zwar am meisten in der Bodenschicht. Im Jahr 1912 lagert in den Tiefen noch das durch winterliche Abkühlung erkaltete Wasser, und nur Station 28 im Ostbecken zeigt schon eine ziemlich beträchtliche Erwärmung. Für diese Erklärung sprechen auch die etwas höheren Salzgehaltswerte im Westbecken 1913 und bei Station 28 1912; ferner auch der Umstand, daß die Reihen im Westbecken 1912 im Juli, 1913 im August ausgeführt worden sind. Es können hier nicht alle Eigenheiten der Temperaturverteilung im Golf, die auf den beiden Fahrten des »Grampus« festgestellt sind, erörtert werden, nur der Einfluß der Bodentiefe auf die Temperatur bedarf noch einiger Ausführungen. In Fig. 1 sind einige Temperaturkurven zusammengestellt, die diesen Einfluß veranschaulichen. Station 7 (1912) und Station 88 (1913) kennzeichnen die vertikale Temperaturverteilung im westlichen Becken, sie zeigen, daß trotz der oben erwähnten Unterschiede in den beiden Jahren die tatsächlichen Differenzen gering sind gegenüber den regionalen Unterschieden. Die beiden anderen Kurven geben die Verhältnisse auf Jeffrey-Bank südlich der Penobscote-

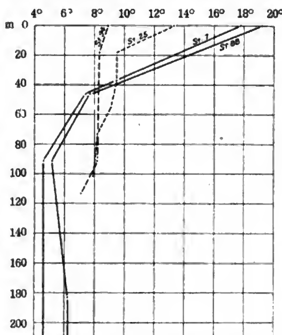


Fig. 1. Vertikale Temperaturverteilung im Golf von Maine.

Bai (Station 25, 1912) und vom Westabhang der German-Bank (Station 94, 1913) wieder. Die Unterschiede gegenüber den Stationen auf großer Tiefe sind in die Augen springend; auf den Bänken niedrige Oberflächentemperatur und hohe Bodentemperatur und infolgedessen nur geringe Temperaturänderung mit zunehmender Tiefe, besonders ausgeprägt auf German-Bank an der Südseite von Neu-Schottland (in beiden Jahren), entgegengesetzt schnelle Temperaturabnahme (mit Sprungschicht) über den größeren Tiefen.

Für diese Erscheinung liefert Bigelow eine ansprechende Erklärung, die schon auf Verrill zurückgeht, der 1873 die Temperaturen im Golf untersucht hat: »Die dauernde Mischung des kalten Bodenwassers mit dem wärmeren Oberflächenwasser infolge der heftigen Gezeiten- und lokaler Windströmungen verursacht die bemerkenswert niedrigen Temperaturen, die in den flachen Gewässern dieser Küste beobachtet werden.« Da die Gezeitenbewegung am stärksten unter der Küste von Neu-Schottland und am Eingang der Fundy-Bai ist, so sind hier auch die Wassermassen am besten durchgemischt und die Temperaturunterschiede zwischen Oberfläche und Tiefe am geringsten (Oberfläche relativ kalt und Boden relativ warm); auf Jeffrey-Bank ist die Gezeitenbewegung schwächer, daher auch der Temperaturunterschied größer, und unter der Westküste herrschen normale Temperaturunterschiede zwischen Oberflächen- und Bodenwasser, gleich denen über den großen Tiefen des Golfs. Ob diese von Bigelow gegebene Erklärung den Erscheinungen ganz gerecht wird oder ob noch andere Verhältnisse mitwirken, läßt sich schwer jetzt schon entscheiden, aber ohne Zweifel kann die durch Gezeitenstrom auf den Bänken hervorgerufene Mischung als wesentlich mitbestimmender Faktor für die relativ niedrigen Temperaturen auf den Bänken betrachtet werden.

B. Der Salzgehalt und die Dichte.

Einen Überblick über die Salzgehaltsverteilung an der Oberfläche des Golfs von Maine gewährt uns Fig. 2, die für den Golf von Maine die Verhältnisse im August 1913, für das übrige Gebiet im Monat Juli 1913 auf Grund der Bestimmungen des »Grampus« veranschaulicht. Die beiden Jahre 1912 und 1913 zeigen gewisse kleine Unterschiede. So lagen 1912 die regionalen Unterschiede im Golf (nördlich der Linie Kap Cod—Kap Sable) zwischen 31.1 ‰ und 32.8 ‰, 1913 dagegen zwischen 31.8 ‰ und 32.8 ‰, jedoch war der Grundzug der Salzgehaltsverteilung in beiden Jahren derselbe, indem der Westteil des Golfes salzärmer war als der Ostteil. Im allgemeinen findet man an der Küste zwischen Kap Elizabeth und Kap Ann den geringsten Salzgehalt, der durch den Süßwasserzufluß vom Lande her bedingt ist. Soweit sich Schlüsse aus dem immerhin spärlichen Material der beiden Sommer ziehen lassen, kann man annehmen, daß sich das salzarme Wasser von der Penobscote-Bai aus hauptsächlich längs der Küste nach Südwesten ausbreitet, zuweilen, wie im Jahre 1912, findet auch ein zungenförmiges Vordringen salzarmen Wassers in den zentralen Teil des Golfs statt. Vereinzelte Flecken etwas salzreicheren und kälteren Wassers an der Nordküste der Massachusetts-Bai zeigten auch Auftrieberscheinungen, bedingt durch ablandige Winde, an.

Der höchste Salzgehalt an der Oberfläche wurde mit 32.8 ‰ an der Ostseite des Golfs bei German-Bank beobachtet; da hier gleichzeitig am Boden der Salzgehalt relativ niedrig und nur um 0.15 ‰ höher als an der Oberfläche war, so deutet auch diese Tatsache gleichfalls auf intensive Durchmischung der Wasserschichten infolge Gezeitenbewegung hin.

Die beiden Schnitte A und B (Tafel 8) veranschaulichen (unten) die vertikale Verteilung des Salzgehalts in den Jahren 1912 und 1913. Wenngleich die Unterschiede nur gering sind, so ergibt sich doch im Westbecken 1913 ein etwas höherer Salzgehalt sowohl an der Oberfläche wie in der Tiefe als 1912; der Verlauf der 32.5 ‰ Isohaline zeigt uns den Einfluß, den die von den Flüssen zugeführten Süßwassermengen auf die Salzgehaltsverteilung an der Oberfläche ausüben, der noch deutlicher hervortritt, wenn man z. B. ein Profil senkrecht zur Küste bei der Penobscote-Mündung zeichnet. Die mittlere Tiefenlage der 33 ‰ Isohaline ist etwa 60 m, diejenige der 34 ‰ Isohaline etwa 200 m; das Maximum wurde am Boden der Station 28 mit 34.54 ‰ beobachtet.

Die Dichte, ausgedrückt durch σ_t, ist von mir im Gegensatz zu Bigelow in den im Anhang beigefügten Tabellen nicht für die Tiefenlage verbessert angegeben worden. Entsprechend den großen Temperaturunterschieden an der Oberfläche finden wir auch große Dichteunterschiede im Bereich des Golfs von Maine. So weist Station 106 (1913) unseres Schnittes B an der Oberfläche eine Dichte von 1.02359, dagegen Station 95 (1913) eine solche von 1.02543 auf, eine noch geringere Dichte (unter 1.02300) wurde im gleichen Jahr bei Station 88 gefunden. Im allgemeinen gilt dasselbe wie vom Salzgehalt, die Dichte nimmt an der Oberfläche von Südwesten nach Nordosten zu. Hervorzuheben ist, daß die mittlere Dichte an der Oberfläche im Golf größer war als an der Oberfläche auf dem Schelf südlich von Kap Cod.

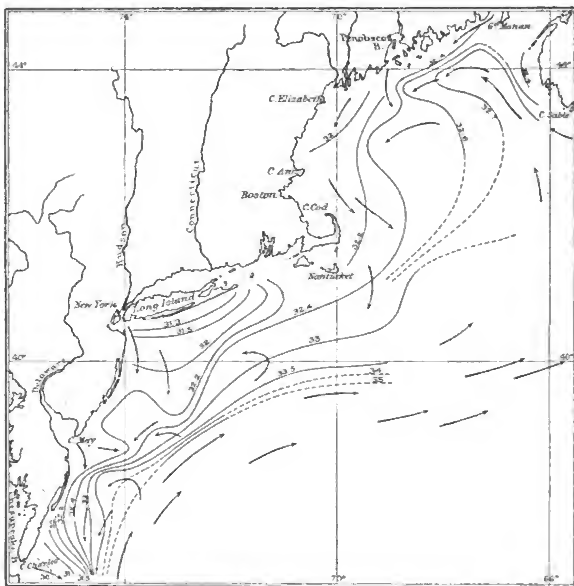


Fig. 2. Salzgehalt und Strömungen an der Oberfläche (nach Bigelow).

Die vertikale Verteilung der Dichte zeigt im Westen des Golfs und über den größeren Tiefen eine schnelle Zunahme mit wachsender Tiefe, über den Bänken im Osten des Golfs dagegen Gleichförmigkeit, also dasselbe, was namentlich bei der vertikalen Verteilung der Temperatur hervortrat. Im Jahre 1912 sind nur sehr wenig Dichtebestimmungen vorhanden, die etwas zahlreicheren des Jahres 1913 ergeben, daß das schwerste Wasser in der Mitte des östlichen Beckens auftritt (St. 92), jedoch sind die Unterschiede in den Tiefen von mehr als 60 bis 80 m nur gering.

C. Die Wasserbewegung im Golf.

Der Golf von Maine bildet, wenn wir von der Fundy-Bai absehen, eine ziemlich einfach gestaltete, flache Einbuchtung im Verlauf der nordamerikanischen Küste, der ein breiter Schelf vorgelagert ist, an dessen Außenrande der Golfstrom,

hier mehr und mehr nach Osten abbiegend, entlang fließt. Ohne Kenntnis der Strömungen im Golf würde man annehmen können, daß der Golfstrom das Wasser vom Schelf und aus der Bucht ansaugt und daß anderseits zur Kompensation wieder Wasser aus dem Ozean in die Bucht hineingeführt wird. Eine schöne Bestätigung dieser Auffassung liefern uns die Stromverhältnisse, wie sie Bigelow in Fig. 2 als Ergebnis seiner Untersuchungen im Jahre 1913[1]) dargestellt hat: Im Nordosten eine Bewegung einwärts in den Golf und im Südwesten eine Bewegung aus dem Golf heraus nach Süden, also ein zyklonales Stromsystem. Dies Stromsystem, wie es hier wiedergegeben wird, ist jedoch, wie zu betonen ist, nicht durch Beobachtungen — sei es durch systematische Strommessungen mit Berechnung der Restströme oder durch Flaschenposten — festgestellt worden, sondern es ist ein Erklärungsversuch für das, was die Beobachtung von Temperatur, Salzgehalt und Dichte ergeben hat.

Das, was die Wasserbewegungen im Golf in erster Linie beherrscht, ist die Gezeit. Bigelow äußert sich darüber auf Grund der ausgeführten Strommessungen folgendermaßen: Die Summe aller zugänglichen Beobachtungen weist darauf hin, daß die heftigen Oberflächenströmungen des Golfs, die von jedem Schiffsführer verzeichnet worden sind, reine Gezeitenströmungen sind; die mittlere Ebbe und Flut ist im allgemeinen gleich stark in einem bestimmten Gebiet, jedoch sind die mittleren Richtungen der beiden nicht immer genau entgegengesetzt. Die allgemeine Regel ist, daß längs der ganzen Linie zwischen Nantucketshoal und Kap Sable-Bank der Ebbstrom nach Süden setzt und die Flut nach Norden — die Stromstärke ist bedeutend, 1.1 bis 1.6 Knoten zur Zeit der größten Geschwindigkeit. Der Flutstrom ist am schwächsten im nördlichen Teil der Massachusetts-Bai und längs der Küste von Kap Ann bis Portland, mit Ausnahme an den Mündungen der großen Flüsse; im zentralen Teil des Golfs beträgt die Geschwindigkeit des Gezeitenstroms etwa 0.5 Knoten, aber längs der Küste von Neu-Schottland und im Mündungsgebiet der Fundy-Bai erreicht sie mehr als 2 Knoten mit ausgedehnten und gefährlichen Stromkabbelungen auf den verschiedenen Bänken[2]).

Geben uns also die Strommessungen nur Aufschluß über die Gezeitenströmungen, so müssen wir uns ein Bild über die Wasserbewegungen im Golf auf Grund der sonstigen Beobachtungen machen. In erster Linie gibt uns der Salzgehalt bestimmte Hinweise über die Verfrachtung von Wassermassen. So zeigte das Kärtchen über die Verteilung des Salzgehalts an der Oberfläche des Golfs (1913) zwar nur geringe, aber doch charakteristische Unterschiede, indem der Nordostteil des Golfs durchweg höheren Salzgehalt hat als das westliche Gebiet. Die 32.4 ‰ Isohaline liegt noch bei der Mündung des wasserreichen Penobscot-Flusses nicht weit von der Nordküste, von der sie sich dann entfernt, um das westliche Drittel des Golfes zu umschließen. Da das westliche Gebiet weniger Zufluß von Süßwasser erhält als die Nordküste und die Fundy-Bai, so muß demgemäß eine Ausbreitung des salzärmeren Wassers längs der Westküste des Golfs erfolgen. Dies veranschaulichen auch unsere Querschnitte in West-Ost-Richtung über den Golf (A und B, Tafel 8); im Jahr 1912 ist die Ansüßung des westlichen Gebiets besonders ausgeprägt durch die 32.0 ‰ Isohaline. Im Gegensatz hierzu kennzeichnet in dem Oberflächenkärtchen der Verlauf der 32.7 ‰ Isohaline, die im Ostteil des Golfes bis zum Eingang der Fundy-Bai vordringt, die Zufuhr salzhaltigeren Wassers vom freien Ozean. Daß auch in den Tiefen des Golfs der Ostteil etwas mehr atlantischen Zufluß erhält als der Westteil, zeigt der Verlauf der Isohalinen in Schnitt A und B. Nirgendwo ergeben sich jedoch im Golf Anzeichen von Auftrieb aus größeren Tiefen, nur vereinzelt wurden Kaltwasserflecke mit etwas erhöhtem Salzgehalt im Westen infolge von ablandigen Winden festgestellt.

Neben der Zufuhr atlantischen Wassers, abkurvend aus dem Golfstromgebiet, ist auch eine Zufuhr aus nördlichen Gebieten längs der Ostküste von

---

[1]) Bigelows Stromdarstellung in der vorhergehenden Bearbeitung des Jahres 1912 zeigt ein sehr verwickeltes Strombild, das wenig anspricht.

[2]) Siehe hierüber auch L. Mecking in »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 454 und 1910, S. 514.

Neuschottland durchaus wahrscheinlich. Wenn auch Bigelow in dem homothermen und homohalinen Wasser auf der German-Bank (Station 29, Schnitt A und Station 95, Schnitt B) nur das Mischungsprodukt der äußerst heftigen Gezeitenbewegung sehen will, so glaube ich doch aus dem Grade der Durchmischung des Wassers und seiner niedrigen Temperatur schließen zu dürfen, daß es zum Teil aus nördlichen Gebieten stammt und längs seines Weges auf dem Schelf von Neuschottland durch stetige Gezeitenwirkung verhindert worden ist, eine ausgeprägte sommerliche Schichtung anzunehmen. Als sein Ursprungsgebiet wäre mit Schott[1]) die Cabotströmung anzunehmen, deren Oberflächensalzgehalt schon Werte von 32.8 ‰ erreicht; gegen einen Ursprung aus dem Labradorstrom spricht neben den von Schott angeführten Tatsachen auch die gleichmäßige Temperatur von 8° bis 10° in allen Tiefen, während der Neufundlandstrom auch im Sommer bei Neufundland in 55 m Tiefe Temperaturen von nur + 1° bis — 1° C aufweist[2]). (Siehe auch den letzten Abschnitt.)

Was die Temperaturverhältnisse des Golfs von Maine anbelangt, so bezieht sich das von Bigelow gesammelte und diskutierte Material nur auf die Monate Juli und August, so daß die Eigenart des Gebietes — die abnorm große Jahresschwankung der Temperatur des Oberflächenwassers — nicht in die Erscheinung tritt. So sei denn hier auch nur verwiesen auf die Isothermenkarten von Schott für die Monate Februar und August[3]) sowie auf seine Karte der Jahresschwankung der Oberflächentemperatur des Atlantischen Ozeans[4]); letztere zeigt uns, daß der Golf von Maine dasjenige Gebiet des Atlantischen Ozeans ist, wo die Jahresschwankung der Temperatur ihre höchsten Werte erreicht — bis zu 19° C!

Bigelow schließt sich in seinen allgemeinen Betrachtungen der Temperaturverhältnisse des Golfs der Erklärung von Verrill an, der früher ausgeführt hat, daß der Golf nicht abnorm kalt sei, wenn man seine geographische Lage und die Temperatur der umgebenden Landmassen in Betracht ziehe. Hierzu kommt, daß der Golf im Winter durch ablandige Winde, aus Westen und Nordwesten, sehr stark abgekühlt wird und daß die tief in das Land einschneidende Fundy-Bai die Erkaltung noch steigert. Daß der Wasserzufuhr von Norden längs Neuschottland kein allzu großer Einfluß auf die Temperatur des Golfs zugeschrieben werden kann, zeigen unsere Profile A und B, nur auf dem Schelf im östlichen Teil des Golfs zeigt sich eine beträchtliche Abweichung von der Durchschnittstemperatur. Die Verfrachtung sowohl tropischen wie auch arktischen Wassers in den Golf wird erhärtet durch die Feststellung von tropischen und arktischen Planktonformen im Golf.

3. Die Küstengewässer von Kap Cod bis Chesapeake-Bai.

A. Die Temperatur.

Die Untersuchungen Bigelows mit dem Fischerei-Schoner »Grampus« auf dem Schelf zwischen Kap Cod und der Chesapeake-Bai sind sämtlich im Monat Juli oder Anfang August 1913 ausgeführt; die meisten Stationen liegen auf dem Schelf selbst, einzelne jedoch auch auf dem Steilabfall zur Tiefsee nahe dem Golfstrom. So wurde ein Überblick über das in Frage stehende Gebiet gewonnen; leider war die für die Arbeiten zur Verfügung stehende Zeit knapp, so daß bei jeder Station nur wenige Tiefenstufen untersucht werden konnten; infolgedessen ist die Deutung der gefundenen Tatsachen nicht immer gesichert, auch die Linienführung in den hier gezeichneten Schnitten nicht ganz zweifelsohne. Die Hauptbeobachtungsergebnisse sind in gleicher Weise wie beim Golf von Maine sowohl in Schnitten wie in Tabellen wiedergegeben und in Meter und C° umgerechnet worden. Ein ganz einheitlicher Maßstab konnte bei den verschiedenen

---

[1]) Siehe Petermanns Mitteilungen 1897, S. 200.

[2]) Siehe Mecking in »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 149.

[3]) Petermanns Mitteilungen 1897, Tafel 15 (Die Temperatur des Golfs von Maine dürfte nach den Beobachtungen von Bigelow etwas höher sein, als sie auf den Kärtchen von Schott angegeben ist.)

[4]) Geographie des Atlantischen Ozeans, Tafel XIII.

Schnitten aus Rücksichten für die Wiedergabe nicht durchgeführt werden, jedoch ist bei den einzelnen Schnitten das Verhältnis von Länge zu Tiefe angegeben. Tafel 9 enthält die Querschnitte zur Küste von Süden nach Norden angeordnet, Tafel 10 die Längsschnitte auf dem Schelf von Chesapeake-Bai bis zum Golf von Maine.

Die sommerliche regionale Verteilung der Oberflächentemperatur im Untersuchungsgebiet geht klar aus den Oberflächenbeobachtungen in den verschiedenen Quer- und Längsschnitten hervor. Im allgemeinen haben wir einerseits eine Temperaturzunahme von Norden nach Süden, anderseits von der Küste nach See zu, nur im südlichsten Schnitt bei Chesapeake-Bai findet sich die höchste Temperatur unter Land. Die größten Unterschiede finden sich zwischen den nördlichsten und südlichsten Stationen: 16.1° bei Station 60 auf George-Bank und 26.7° bei Station 78 vor der Chesapeake-Bai. Die abnorm niedrige Temperatur bei Station 60 ist wohl sicher zurückzuführen auf Abkühlung infolge Durchmischung der verschiedenen Schichten infolge der heftigen Gezeitenströme, wie uns der Schnitt C (Tafel 9) zeigt. Die Bodentemperatur ist mit 10.1° außergewöhnlich hoch, wie auch die Schnitte D, E und F, die bedeutend südlicher liegen, veranschaulichen. Das hocherwärmte Oberflächenwasser vor der Chesapeake-Bai dürfte seine hohe Temperatur der ausgeprägten Schichtung des Wassers verdanken, die einer Vermischung des Oberflächenwassers mit den Tiefenschichten entgegenstrebt; Schnitt G auf derselben Tafel zeigt uns, daß der Salzgehalt des Oberflächenwassers nur 29.25 ‰ betrug, gegenüber 33.5 ‰ in nur 22 m Tiefe. — Der Temperaturunterschied zwischen dem Oberflächenwasser nahe der Küste und über dem Steilabfall ist am größten auf der Höhe von New York; er beträgt hier 4° (17.2° gegen 21.1°), wie uns der Schnitt E zeigt.

Ehe ich die von Bigelow 1913 gewonnenen Ergebnisse über die vertikale Verteilung der Temperatur auf dem Schelf erörtere, erscheint es zweckmäßig, auf Libbeys Untersuchungen[1]) vom Jahre 1889 zurückzugreifen, die mir Herr Professor Schott freundlichst zur Verfügung stellte. Die außerordentlich fleißigen Arbeiten von Libbey 1889 und in den folgenden Jahren sind entschieden viel zu wenig beachtet worden, sie verdienen aber schon deswegen unsere Beachtung, weil hier zum ersten Male ein kleines Gebiet mit einer so großen Zahl von eng aneinanderliegenden Beobachtungen, sowohl in horizontalem wie vertikalem Abstand, bedacht ist, wie es erst neuerdings in den nordeuropäischen Meeren angestrebt wird. Ein Beispiel von den Arbeiten Libbeys gibt der hier neu gezeichnete und umgerechnete Schnitt in umstehender Figur 3, wobei zu bemerken ist, daß im gleichen Monat (August 1889) noch eine ganze Anzahl diesem paralleler Schnitte in gleicher Vollständigkeit von Libbey gewonnen sind. In der Veröffentlichung Libbeys treten die schönen Ergebnisse seiner Arbeit weniger heraus, da er nur die Tabellen ausführlich veröffentlichte, in die Schnitte aber nur einige wenige Isothermen einzeichnete. Wenn man bedenkt, wie mangelhaft im Jahr 1889 die ozeanographischen Instrumente noch waren, so ist man überrascht, wie klar die Gesetzmäßigkeiten der Temperaturverteilung in Libbeys Schnitt hervortreten, ja man kann sagen, daß die Deutung der über eine große Fläche relativ spärlich verstreuten Beobachtungen Bigelows erst durch Libbeys Vorarbeiten ermöglicht wird.

Der hier nach Libbeys Beobachtungen gezeichnete Schnitt verläuft auf 71° 30′ W-Lg, die einzelnen Stationen sind um je 10 Breitenminuten oder Seemeilen voneinander entfernt; der Schnitt enthält die Isothermen von 1° zu 1°. Die ihnen zugrunde liegenden Beobachtungen finden sich in den Tabellen am Schluß der Arbeit. — Während die Oberflächenschichten eine langsame Temperaturzunahme von Land nach See zeigen, bieten die Tiefenschichten ein typisches Bild des Querschnitts durch eine kalte Tiefenströmung, die zwischen wärmere Schichten gelagert ist. Diese kalte Tiefenströmung schmiegt sich unter Land dem Schelfboden an (Stationen 2 und 3), um sich bei

---

[1]) Siehe den Literaturhinweis auf S. 297, ferner Report of the sixth international geographical congress, London 1895, S. 461.

größer werdenden Tiefen mehr und mehr vom Boden abzuheben und in etwa 50 m Tiefe mit einem deutlich ausgeprägten Temperatur-Minimum von weniger als 10° C auch über größeren Tiefen zu verharren. Dadurch, daß sich diese kalte Schicht zwischen die reguläre Temperaturabnahme von der Oberfläche zum Boden einschiebt, kommt außerhalb des Schelfs in etwa 100 bis 140 m ein Temperatur-Maximum zustande, von dem aus die Temperatur sodann bodenwärts weiter abnimmt. Hierbei sei bemerkt, daß Station 10 anscheinend Fehler in der Temperaturbestimmung aufweist, daß aber im allgemeinen die Bestimmungen einen recht zuverlässigen Eindruck machen.

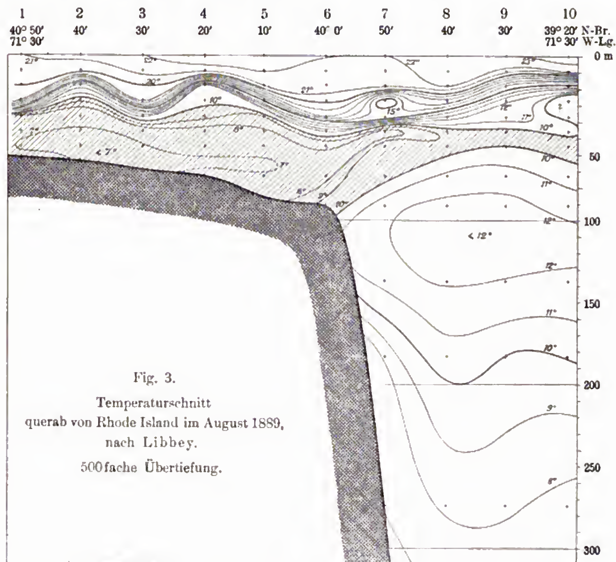


Fig. 3.
Temperaturschnitt querab von Rhode Island im August 1889, nach Libbey.
500fache Übertiefung.

Als eines der wesentlichsten Ergebnisse der Untersuchungen Libbeys ist anzusehen, wie aus dem Schnitt klar hervorgeht, daß Auftrieb aus den größeren Tiefen des Atlantischen Ozeans an der Bildung des kalten, auf dem Schelf befindlichen Wassers nicht beteiligt ist. Dies erweisen klar die Bodentemperaturen der Stationen 5 und 6 des Libbey-Schnittes, die höher sind als die Temperaturen der darüberlagernden Schicht, so daß im Gegenteil wärmeres Wasser gegen das kalte Wasser auf dem Schelf andringt und sich mit ihm auf den äußeren Teilen des Schelfs mischt.

Das kalte Tiefenwasser auf dem Schelf und die hohe Temperatur des darüberlagernden Wassers führen zur Bildung einer scharf ausgeprägten Sprungschicht, die meist zwischen 20 m und 40 m Tiefe liegt; die größten Temperaturunterschiede sind in Küstennähe, dort, wo die Bodentiefe am geringsten und die Bodenschicht am kältesten ist. Hier wurden mehrfach auf 9 m Tiefenzunahme 9° bis 10° Temperaturabnahme festgestellt, bei Station 1 sogar 12°! — Dies sind mit die größten sprunghaften Temperaturunterschiede, die wir bislang vom Ozean kennengelernt haben. Weniger scharf ausgeprägt ist die Sprungschicht

über den größeren Tiefen, jedoch beträgt auch hier der Sprung meist über 5° auf 9 m Tiefenzunahme. Die Tiefenlage der Sprungschicht ist bei benachbarten Stationen und infolgedessen auch die Temperatur im gleichen Niveau oft recht verschieden, so ergeben sich z. B. für 27 m Tiefe Temperaturunterschiede von etwa 10° zwischen den Stationen 1 und 2 sowie 3 und 4.

In den Tiefenschichten unter 100 m nimmt die Temperatur bodenwärts regelmäßig ab, es zeigt sich jedoch, daß die Temperaturen in der Nähe des Steilabfalles bis etwa 300 m Tiefe niedriger sind als im gleichen Niveau weiter entfernt von der Küste, so daß die Isothermen von 7°, 8°, 9°, 10° und 11° mehr oder weniger steil landwärts ansteigen. Dies würde auf Auftrieb deuten, der nach Krümmel[1]) als Kompensation für die Wassermassen, die durch die Oberflächentrift mit stark ablandiger Komponente fortgeführt werden, eintritt. Zu betonen ist aber, daß dieser Auftrieb nicht bis zur Oberfläche geht, sondern sich nur in bestimmten Tiefenschichten unter der Oberfläche geltend macht, was zu komplizierten Wasserbewegungen Anlaß geben muß.

Betrachten wir jetzt die Ergebnisse der neuen Beobachtungen Bigelows, und zwar zunächst die Temperaturschnitte quer zur Küste (vgl. Tafel 9).

Der nördlichste Schnitt C führt vom Golf von Maine über die George-Bank zur Kontinentalböschung. Station 57 und 58, im Westbecken des Golfs gelegen, weisen etwas niedrigere Temperaturen auf als die August-Stationen im Schnitt B, da die Beobachtungen Anfang Juli gemacht wurden; die relativ niedrigen Oberflächen- und hohen Bodentemperaturen bei Station 60 sind schon oben erklärt als Mischungseffekt. Für die Temperaturverteilung bei Station 61 gewähren uns die drei vereinzelten Tiefenbeobachtungen des »Grampus« im Jahre 1913 wenig Anhalt; entsprechend dem Isothermenverlauf im Libbey-Schnitt und der südlicheren Schnitte können wir annehmen, daß in 60 bis 80 m Tiefe ein Temperatur-Minimum auftritt von weniger als 8°, während darunter das wärmere Wasser der Golfstromtrift lagert.

Schnitt D, südwestlich der Nantucket Shoals gelegen, zeigt klar die kalte Bodenschicht auf dem Schelf, auch die wenigen Temperaturbeobachtungen des Jahres 1913 stimmen gut zu den in ähnlicher Position beobachteten Temperaturen Libbeys vom Jahre 1889.

Bei Schnitt E, auf der Breite von New York, sehen wir, daß das kälteste Bodenwasser sich von der Küste selbst entfernt hält und nur am Rande des Schelfs an der Grenze zum Steilabfall hin vorhanden ist. Station 65 zeigt hier auch deutlich die Unterlagerung des kalten Schelfwassers mit wärmerem Golfstromwasser — die Isothermenzeichnung zwischen Station 65 und 64 ist stark hypothetisch wegen Mangels an Beobachtungen.

Die beiden südlichsten Schnitte F und G zeigen ebenso wie die anderen Schnitte noch die kalte Zwischenschicht am Außenrande des Schelfs, anscheinend jedoch mit etwas höheren Temperaturen. Die vorliegenden Messungen sind allerdings sehr spärlich, so daß auf die Zeichnung von Isothermen zum Teil verzichtet werden mußte, da kein Anhalt dafür vorliegt, ob die kalte Zwischenschicht auch weiter seewärts noch vorhanden ist. Sowohl die Oberflächen- wie auch die Bodentemperaturen unter der Küste sind höher als weiter nördlich und als in einiger Entfernung von der Küste; da aber die Tiefe nur etwa 20 m und der Temperaturunterschied 12° beträgt, erreicht die Temperaturabnahme zwischen Oberfläche und Boden sehr hohe Werte. Auf Station 81 wurden in 9 m Tiefe 23.4°, in 13 m Tiefe 11.7° beobachtet, oder 11.7° Unterschied auf 4 m Tiefenzunahme! — Die Temperaturen in 274 m Tiefe sind um 1° bis 2° höher als die Temperaturen des Libbey-Schnitts im gleichen Niveau.

Um ein möglichst vollständiges Bild von den eigenartigen Verhältnissen auf dem Schelf zu gewinnen, wurde aus den Stationen eine Anzahl ausgewählt, um zwei Längsschnitte auf dem Schelf zu zeichnen, und zwar Schnitt H, nahe der Küste auf Tiefen von 20 m bis 40 m verlaufend, und Schnitt J, nahe dem

---

[1]) Handbuch der Ozeanographie. 2. Aufl. 2. Bd., S. 583.

Steilabfall auf Tiefen von 50 m bis 80 m und von der Chesapeake-Bai über die Nantucket Shoals bis in den Golf von Maine sich erstreckend (siehe Tafel 10).

Ein Vergleich der beiden Schnitte zeigt, daß in Küstennähe im allgemeinen das Wasser an der Oberfläche etwas wärmer ist als weiter nach See zu und ferner, daß die kleineren Tiefen des Schelfs näher der Küste bedeutend höhere Bodentemperaturen haben als die etwas tiefer liegenden Teile nahe dem Schelfrand. Sowie die Tiefe etwas größer wird, wie bei Station 82 nahe der Hudson-Rinne, tritt sogleich eine niedrigere Temperatur auf. Bemerkenswert ist, daß noch südlich von Kap May (bei Station 79 in 38° N-Br) die Temperatur in 27 m nur 11.4° betrug.

Schnitt J veranschaulicht das Vordringen der kalten Tiefenschicht in Bodennähe von Norden nach Süden. Der Schnitt ist bis zum Golf von Maine ausgedehnt worden, um den wahrscheinlichen Zusammenhang des kalten Bodenwassers auf dem Schelf mit dem noch etwas kälteren des Golfs zu zeigen. Allerdings kann das Wasser nicht seinen Weg über die Nantucket Shoals oder die flacheren Teile der George-Bank genommen haben, da, wie Station 60 (Schnitt C, Tafel 9) zeigte, hier eine Erhöhung der Temperatur der Tiefenschichten infolge Durchmischung erfolgt. Aber, wie uns die Tiefenkarte zeigt, liegen nordöstlich von den Nantucket Shoals größere Tiefen, die etwa 80 m betragen und einen Kanal für den Ausfluß des kälteren Wassers aus dem Golf von Maine bilden, auch ist ein Zufluß längs der äußeren Teile der George-Bank von Norden nach Süden wahrscheinlich, jedoch fehlen hier Beobachtungen.

B. Der Salzgehalt und die Dichte.

Über die Verteilung des Salzgehaltes an der Oberfläche im Küstengebiet zwischen Kap Cod und Chesapeake-Bai unterrichten uns das Kärtchen (s. Fig. 2 auf Seite 302) sowie unsere Quer- und Längsschnitte auf dem Schelf, die sich unterhalb der Temperaturschnitte befinden. Die Unterschiede des Salzgehalts im Küstengebiet sind am größten im südlichen Teil, wo infolge der bedeutenden Süßwasserzufuhr aus der Chesapeake-Bai der Salzgehalt noch in 15 Sm Entfernung von der Mündung der Bucht nur 29.25 ‰ beträgt. Aber auch der Connecticut-, Delaware- und Hudson-Fluß machen ihren Einfluß auf die Salzgehaltsverteilung längs der Küste geltend, was man deutlich erkennt, wenn man den Verlauf der 32.2 ‰ Isohaline in Fig. 2 verfolgt. Während im nördlichen Teil des Gebiets die Zunahme des Salzgehalts nach See zu relativ langsam erfolgt, drängen sich im südlichen Teil die Isohalinen enger zusammen, da hier, wo das Schelfgebiet bedeutend schmäler ist, das Golfstromwasser näher an die Küste herantritt. — Die jahreszeitliche Änderung des Salzgehalts hier ist noch wenig untersucht worden. Bigelow teilt einige Beobachtungen mit, die es wahrscheinlich machen, daß das Wasser auf dem Schelf im Juli meist am salzärmsten ist, indem sich in diesem Monat das Flußwasser, dessen Abfluß am größten im Mai ist, auf dem Schelf am meisten geltend macht; in den andern Monaten ist der Andrang von Golfstromwasser größer.

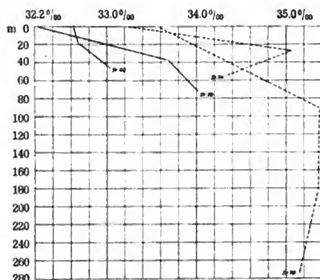


Fig. 4. Vertikale Salzgehaltsverteilung zwischen Kap Cod und Chesapeake-Bai.

Die vertikale Verteilung des Salzgehalts im Untersuchungsgebiet ist sehr verschiedenartig, die Hauptunterschiede werden durch die Kurven in Fig. 4 veranschaulicht, die allerdings nur auf wenigen Beobachtungen beruhen, aber durch gleichartige benachbarte Stationen gestützt werden. Im allgemeinen nimmt der Salzgehalt mit der Tiefe zu, da an der Oberfläche eine Ansüßung durch Flußwasserzufuhr und Niederschläge stattfindet. Station 60 zeigt

uns den Typus geringer Zunahme des Salzgehalts mit wachsender Tiefe, wie er auf den Bänken mit starker Gezeitenbewegung beobachtet wird, den wir auch schon an der Ostseite des Golfs von Maine auf der German-Bank kennengelernt haben. In einzelnen Fällen ist der Salzgehalt auf der George-Bank so ausgeglichen, daß zwischen Oberfläche und etwa 50 m Tiefe kein Unterschied besteht. Bietet Station 60 einen Spezialfall, so zeigt Station 70 die Regel, nämlich schnelle Zunahme des Salzgehalts mit der Tiefe (siehe auch die Schnitte, Tafel 9 und 10). Station 74 zeigt wieder eine Ausnahme, die nur im südlichsten Teil des Schelfes auftritt, indem auf eine starke Zunahme eine ebenso starke Abnahme des Salzgehalts folgt; noch ausgeprägter ist dies bei Station 77 der Fall, wie aus dem Schnitt J zu entnehmen ist. Die letzte Eigenart der Salzgehaltsverteilung veranschaulicht Station 76 am Steilabfall des Schelfs zur Tiefsee: In den oberen Schichten nimmt hier der Salzgehalt schnell mit der Tiefe zu, bis in etwa 80 bis 100 m Tiefe rein atlantisches Wasser angetroffen wird, dessen Salzgehalt ganz allmählich mit wachsender Tiefe abnimmt. Die gleiche vertikale Verteilung wie Station 76 zeigen auch die anderen am Steilabfall gelegenen Stationen 64 und 71.

Diese Verschiedenartigkeiten der Salzgehaltsverteilung veranschaulichen auch unsere Schnitte, die den Temperaturschnitten entsprechend zusammengestellt worden sind. Betrachten wir zunächst die Querschnitte zum Schelf (Tafel 9), so tritt klar der Unterschied zwischen dem nördlichen und südlichen Teil des Gebiets hervor. So zeigen Schnitt C und D nur relativ geringe Salzgehaltsunterschiede im Bereich des Schnittes, indem der Salzgehalt langsam von der Küste nach See zu und von der Oberfläche zur Tiefe größer wird. War der höchste im Schnitt D auftretende Salzgehalt 33.62 ‰ in 91 m Tiefe, so finden wir bei Schnitt E in der gleichen Tiefe schon 35.18 ‰, ohne daß der Salzgehalt an der Oberfläche zugenommen hätte. Bei Schnitt F finden wir schon an der Oberfläche einen Salzgehalt von 35.25 ‰ in geringer Entfernung von der Küste, und schließlich bei dem südlichsten Schnitt G an der Oberfläche wieder geringen Salzgehalt, aber hohen Salzgehalt keilförmig in das auf dem Schelf befindliche Wasser niedrigen Salzgehalts eindringend. Da hier das Oberflächenwasser besonders stark angesüßt ist, so ist die Salzgehaltszunahme mit wachsender Tiefe sehr groß; bei Station 77 wurden an der Oberfläche 31.32 ‰, in 18 m 34.96 ‰ Salzgehalt beobachtet, trotzdem die Station schon beträchtlich entfernt von der Küste liegt.

Einen guten zusammenfassenden Überblick über die Verhältnisse auf dem Schelf geben nun unsere Längsschnitte (vgl. Tafel 10). Der Schnitt H, in der Nähe der Küste verlaufend, zeigt eine große Gleichförmigkeit der Verhältnisse, die nur im Süden bei der Chesapeake-Bai durch die große Zufuhr salzarmen Wassers gestört wird, das sich bis etwa 20 m Tiefe hier geltend macht. Ferner ist noch das Auftreten der 33 ‰ Isohaline bei der Hudson-Rinne zu erwähnen, hier ist bei Station 82 trotz oberflächlicher Ansüßung das Wasser in 18 m Tiefe salzreicher als südlich und nördlich der Rinne, indem wahrscheinlich infolge der eigenartigen Bodenverhältnisse eine Ansaugung von Wasser aus tiefer gelegenen Teilen stattfindet. Bei dem Längsschnitt J, der in der Nähe des Steilabfalls des Schelfs zur Tiefsee verläuft, ergeben sich bedeutend größere Unterschiede. Im nördlichsten Teil, beim Golf von Maine, finden wir die Oberflächenschicht relativ salzarm, ebenso im südlichsten Teil querab der Chesapeake-Bai. Fast den ganzen Schnitt durchläuft die 33.0 ‰ Isohaline, sich von der Oberfläche im Süden langsam absenkend gegen den Golf von Maine. Je weiter wir nach Süden gehen, um so stärker wird die Zumischung salzhaltigeren Wassers, bis wir bei den beiden südlichen Stationen, 74 und 77, das atlantische Wasser mit über 35 ‰ Salzgehalt in einer Mächtigkeit von etwa 20 m zwischen bedeutend salzärmerem Wasser am Boden und an der Oberfläche gelagert finden.

Die aus Temperatur und Salzgehalt sich ergebenden Dichtewerte sind nur in den Tabellen (ohne Verbesserung für die Tiefenlage) zusammengestellt, ihre Anzahl ist nicht sehr groß, da Temperatur und Salzgehalt nicht immer gleichzeitig in den einzelnen Tiefen beobachtet wurden. Der höchste Wert der Dichte an der Oberfläche wurde mit 1.0239 bei Station 71 zusammen mit dem Maximum

des Salzgehalts außerhalb des Schelfs, der niedrigste Wert, zusammen mit dem niedrigsten Salzgehalt, vor der Mündung der Chesapeake-Bai mit 1.0184 beobachtet. Im Norden, auf George-Bank und German-Bank, ist die Dichte bedeutend höher als auf dem Schelf zwischen Kap Cod und Chesapeake-Bai (1.0249 bis 1.0255); aber abgesehen von dem Wasser auf den Bänken ist auch das Wasser in der Mitte des Golfs von Maine an der Oberfläche von größerer Dichte als das Wasser auf dem südlicher gelegenen Schelf. Dies gilt auch für 18 m Tiefe; was die größeren Tiefen anbelangt, so sind bis etwa 50 m Tiefe die Unterschiede in der Dichte gering, nur die südlichsten Stationen, wie Nr. 74 und 77, haben infolge der salzhaltigen Zwischenschicht höhere Dichtewerte. In den Tiefen von 91 m und darüber, d. i. bei den Stationen auf dem Steilabfall zur Tiefe, finden wir erheblich höhere Werte der Dichte als in den entsprechenden Tiefen im Golf von Maine, wie ein Vergleich der Stationen 76 und 88 zeigt.

C. Die Wasserbewegung auf dem Schelf an der Nordamerikanischen Ostküste.

Wie im Golf von Maine sind 1913 auch auf dem Schelf südlich von Kap Cod vereinzelte Strommessungen von je etwa 6 Stunden Dauer ausgeführt worden. Als Ergebnis kann die Wahrscheinlichkeit südwestlicher Trift an der Oberfläche und am Boden zwischen New York und Kap May verzeichnet werden; die Geschwindigkeiten am Boden waren etwas kleiner als an der Oberfläche, wo sie einen Maximalbetrag von $^3/_4$ Knoten erreichten. Im allgemeinen sind wir für dies Gebiet ebenso wie für den Golf von Maine auf die Deutung der Beobachtungsergebnisse von Temperatur und Salzgehalt angewiesen.

Das nach der Arbeit von Bigelow reproduzierte Kärtchen der Oberflächenströmungen (Fig. 2) beruht in der Hauptsache auf dem Verlauf der Isohalinen, indem dort, wo die Isohalinen Buchten zeigen, ein Vordringen salzarmen bzw. salzreicheren Wassers angenommen wird. Wir haben so einerseits die Ausbreitung des salzarmen Wassers aus den Fluß- und Buchtmündungen nach See zu und anderseits abkurvendes Golfstromwasser nach Land zu mit einer Gesamtresultierenden nach Süden; ein Bild, das den tatsächlichen Verhältnissen im ganzen gerecht werden dürfte. Bigelow betont, daß das Ganze ein Versuch ist; eine konstante, durchgehende Strömung sei nicht anzunehmen, sondern eine Reihe von wirbelförmigen Bewegungen.

Ich glaube aber doch, daß man eine Zufuhr von salzarmem Wasser auf dem Schelf längs der Küste und aus dem Golf von Maine annehmen darf — wenigstens für den nördlichen Teil der Küste Nord von Kap May. Und zwar deutet darauf hin der Verlauf der 32.4 $^0/_{00}$ Isohaline, die in ziemlich gleichem Küstenabstand von Kap Elizabeth im Golf von Maine bis nördlich Kap May verläuft, und innerhalb welcher sich die Ansüßung durch Flußwasser durch weiter herabgesetzten Salzgehalt kenntlich macht. Wäre hier keine Zufuhr salzarmen Wassers von Norden her anzunehmen, so erscheint der Salzgehalt zu niedrig in Anbetracht der nicht sehr bedeutenden Zufuhr von Süßwasser einerseits und des Andrangs von atlantischem Wasser anderseits. Gestützt wird diese Ansicht durch die Ergebnisse von Untersuchungen über die Stromversetzungen, die auf dem nördlichen der vereinbarten Dampferwege zwischen 60° W-Lg und der Küste beobachtet worden sind, indem die Versetzungen nach Südwesten ganz unabhängig von der Jahreszeit die überwiegenden waren[1]).

Was die Strömungen in den Tiefenschichten auf dem Schelf anbelangt, so kommt Bigelow zu dem Schluß, daß weder die Dichte noch die Temperatur oder der Salzgehalt eine Bewegung des Bodenwassers längs der Küste andeuten, indem er von dem Profil C (Tafel 9) ausgeht. Er erklärt die Abkühlung der Gewässer auf dem Schelf als eine Folge der winterlichen Abkühlung des Festlandes, dessen niedrige Wintertemperaturen von Land nach See zu durch ablandige Winde (vorwiegend aus NW und W) verbreitet werden. Im Gegensatz zu Europas Westküste wird hier nicht das Land durch das Meer erwärmt, sondern das Land wirkt abkühlend auf die anliegenden Meeresgebiete. Die Hauptgedanken dieser Er-

[1]) Siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1903 S. 281 ff.

klärung sind für die winterliche Abkühlung und für die im Sommer folgende schnelle Erwärmung der Oberflächenschichten durchaus anzunehmen, sie scheinen mir jedoch ungenügend für die Erklärung der kalten Zwischenschicht, die am Außenrande des Schelfs auch im Hochsommer überall angetroffen wurde und die meist von wärmerem Wasser unterlagert ist, wie uns namentlich der Libbey-Schnitt (Fig. 3) vor Augen geführt hat.

Viel wahrscheinlicher erscheint eine dauernde Zuströmung von kaltem und relativ salzarmem Wasser aus Norden, zum Teil aus dem Golf von Maine, zum Teil vielleicht auch am Außenrande der George-Bank entlang. Um dies zu veranschaulichen, wurde der Schnitt J auf dem Schelf über die Nantucket-Shoals bis in den Golf von Maine geführt, die Untiefen selbst wurden aber nur angedeutet, da das Tiefenwasser des Golfs durch sie vom Schelf nicht abgeschnitten ist, sondern seinen Weg zwischen den Nantucket-Shoals und der George-Bank nehmen kann, wo Tiefen von etwa 80 m vorhanden sind. Wie uns der Schnitt J zeigt, ist die Tiefenlage der kalten Zwischenschicht durchweg zwischen 40 m und 80 m, und wir sehen, daß sich die kalte Schicht zungenförmig weiter und weiter nach Süden vorschiebt. Selbst auf den südlichsten Stationen bei der Chesapeake-Bai ist die Temperatur in 46 m am Außenrande des Schelfs, der hier sehr schmal und flach ist, noch um 4° bis 5° niedriger als weiter nach See zu (vgl. Schnitt G, Tafel 9). Daß die niedrige Temperatur dieses Wassers nur auf winterliche Abkühlung zurückzuführen sei, ist sehr unwahrscheinlich, besonders da auch ein Andrang von Golfstromwasser stetig stattfindet, der sich sehr charakteristisch in der salzhaltigen Schicht in 20 m bis 40 m Tiefe bei den südlichen Stationen ausprägt. So führt also alles dazu, eine kalte Südströmung in der Tiefe über dem Schelf anzunehmen, die allmählich durch abkurvendes Golfstromwasser, das im nördlichen Teil die kalte Schicht unterlagert, wärmer und salzreicher wird.

Naturgemäß haben unsere Ausführungen nur Gültigkeit für die Sommermonate, auf die allein sich Bigelows Beobachtungen erstrecken; für die Wintermonate fehlen Beobachtungen mit Ausnahme einiger Messungen im Golf von Maine, die mir nicht zugänglich waren, gänzlich. So kann hier in bezug auf den Auftrieb von Wasser aus größeren Tiefen, der von Krümmel und Pettersson zur Erklärung des kalten Walls an der Ostküste Nordamerikas herangezogen wird, nur gesagt werden, daß der Auftrieb für die Erklärung der Temperaturen auf dem Schelf im Sommer nicht in Betracht kommt, und daß auch im Winter wahrscheinlich die Abkühlung durch die kalten Landwinde aus nordwestlicher Richtung zur Erklärung der kalten Oberflächentemperaturen unter Land genügen wird.

In einem der Schlußkapitel »Über die Herkunft des Küstenwassers« erörtert Bigelow die verschiedenen Ansichten über den Anteil von Wasser der Labradorströmung an dem Wasser im Golf von Maine und auf dem Schelf südlich bis Kap Hatteras. Während vor dem Jahr 1897 die meisten Handbücher und Atlanten als Ursprung des kalten Küstenwassers den Labradorstrom annahmen, zeigte Schott zuerst[1]), daß als Hauptquelle die aus dem St. Lorenz-Golf kommende Cabotströmung anzusehen sei; der Labradorstrom sei nur am Ostrande der Neufundland-Bank nachweisbar, auf der Bank selbst sei keine durchgehende Strömung, und Wasser der Labradorströmung gelange auf diesem Wege nicht an die Ostküste Nordamerikas. Hiergegen hat sich Krümmel gewandt[2]) und u. a. geltend gemacht, daß bei St. Johns und Kap Race vorbei eine verhältnismäßig tiefe Rinne entlang führt, die einem vom Labradorstrom nach rechts gegen das Land gedrängten Stromzweig Raum gewähre, so daß auf diesem Wege Wasser vom Labradorstrom in den St. Lorenz-Golf und vor die Mündung der Cabotstraße gebracht wird, wo es sich mit dem südlich von der Großen Bank herumgeflossenen vereinigt und nach Südwesten weitergeht. Auf der Großen Bank müsse demnach eine allgemeine Tendenz nach Südwesten vorherrschen.

¹) Petermanns Mitteilungen 1897 S. 201 ff.
²) Handbuch d. Ozeanographie, 2. Aufl., 2. Bd., S. 602.

Gegen den letzten Teil der Auffassung Krümmels sprechen neben Schotts Angaben neuere Beobachtungen von Kapitän Johnston[1]), der angibt, daß die Strömungen auf der Großen Bank meist Gezeitenströme sind, die durch den Wind verändert werden; die Windströmung sei zuweilen stärker als die Gezeitenströmung. Anderseits stützt Johnston den ersten Teil der Ausführungen Krümmels, indem er ausführt: »Der kalte Strom (Labradorstrom) kommt die Küste von Neufundland entlang und spaltet sich am Nordende der Großen Bank in zwei Teile, deren einer über die größeren Tiefen zwischen der Bank und der Insel nach Westen und Süden fließt, indessen der andere dem allgemeinen Verlauf der Bank an ihrer Ostseite folgt; der erstere Zweig vereinigt sich später mit der Strömung, die aus dem St. Lorenz-Golf kommt.« Auch Schott hat schon eine schwache Strömung von St. Johns an längs der Südküste Neufundlands bis zur Cabotstraße angenommen, faßt diese aber nicht als Zweig der Labradorströmung auf; daß an der Südost- und Südküste von Neufundland ein ausgesprochener Weststrom vorhanden ist, geht gleichfalls aus den Beobachtungen von Dawson hervor[2]).

Es erscheint mir nach obigem sehr wahrscheinlich, daß Wasser aus dem Labradorstrom auf dem Wege längs der Küste Neufundlands sich der Cabotströmung zugesellt und auf den Schelf an die Küste von Neu-Schottland und somit weiter südwärts verfrachtet wird, aber dies Wasser wird immer nur von untergeordneter Bedeutung gegenüber dem Wasser aus dem St. Lorenz-Golf sein, wie sich schon aus der vertikalen Verteilung der Temperatur auf dem Schelf im Gegensatz zu der Verteilung im Labradorstrom bei Neufundland ergibt (vgl. S. 304). Daß Wasser von der großen Bank selbst einen Anteil an dem Wasser auf dem amerikanischen Küstenschelf hat, ist nicht anzunehmen, mit Ausnahme gelegentlicher Verfrachtung infolge stärkerer Winde aus östlichen Richtungen.

Nicht ganz geklärt ist bislang das Ende des Hauptstroms der Labradorströmung, wenn er an der Südspitze der Neufundland-Bank angelangt ist. Schott sagt:[3]) »Ähnlich wie die kalten und darum schweren Fluten der Rhone an ihrer Einmündung in den Genfer See förmlich verschluckt werden von dem warmen, leichten Wasser des Sees, indem sie, dem Gesetz der Schwere folgend, augenblicklich untersinken, findet auch der kalte Labradorstrom ein Ende durch Hinabtauchen unter den warmen Golfstrom; immerhin mögen einzelne kalte Stromfäden nach westlicher Richtung auch an der Meeresoberfläche nach vorwärts dringen.« Hiergegen wendet Krümmel in seinem Handbuch ein, »daß es undenkbar sei, daß ein Meeresstrom in einem anderen sein Ende finde, ohne daß dieser das zugeführte Wasser mit seinen sehr ausgeprägten physikalischen Eigenschaften irgendwie aufnehme . . . ferner: ein Hauptzug der Eisberge gehe von der Südspitze der Bank nach Westen«.

Ganz spruchreif scheint mir die Frage des Endes der Labradorströmung noch nicht zu sein, da es gerade hier bislang an regional ausgedehnten Beobachtungen fehlt. Ein einfaches Untertauchen des Labradorstromes ist nicht unbedingt notwendig, da sein geringerer Salzgehalt, verbunden mit niedriger Temperatur, annähernd gleichgroße Dichtewerte ergeben mag wie der hohe Salzgehalt und die hohe Temperatur des Golfstroms. In eisreichen Jahren dringen jedenfalls die Eisberge an der Südspitze der Großen Bank bemerkenswert weit westlich vor[4]), werden aber in normalen Jahren meist vom Labradorstrom direkt in den Golfstrom geführt und alsdann ost- und nordwärts versetzt, wie auch Kapitän Johnston ausführt: »Zwischen dem Ende der Bank (tail of the Bank) und dem Golfstrom, etwa 2° südlicher, steht gewöhnlich eine schlechte See, ohne Zweifel verursacht durch das Zusammentreffen der beiden Strömungen. Im April und Mai ändern die Berge hier in der Regel ihre Triftrichtung, indem sie mit dem stärkeren Golfstrom wieder nordwärts zurücktreiben.«

---

[1]) Siehe darüber das Referat in »Ann. d. Hydr.« 1913 S. 612.
[2]) Vgl. Mecking in »Ann. d. Hydr.« 1905 S. 149 und 150.
[3]) Geographie des Atlantischen Ozeans. Hamburg 1912 S. 175.
[4]) Siehe »Annalen d. Hydr. usw.« 1903, Tafel 10.

Einen ersten Anhalt zur Lösung der Frage geben uns die Beobachtungen Helland-Hansens auf der Fahrt des »Michael Sars« 1910, die unter anderem einen Schnitt von Süden nach Norden über die Neufundland-Bank bringen. Dem allgemeinen Reisebericht[1]) ist nachstehende Skizze (Fig. 5) entnommen; Station 74 liegt dicht bei St. Johns in der Rinne, welche die Bank von der Insel trennt, die anderen Stationen liegen fast genau südlich von Station 74. In der Rinne finden wir das kälteste Wasser (— 1.0 bis — 1.5°), das wohl mit Recht als Abzweigung des Labradorstroms nach Südwesten bezeichnet werden kann. Auch auf der Neufundland-Bank sind die Temperaturen sehr niedrig (Oberfläche 8° bis 10°, Boden 0° bis 2°) und werden auch südlich der Bank an der Oberfläche zunächst nicht wesentlich höher, während in der Tiefe sowohl die Temperatur wie auch der Salzgehalt rasch zunehmen, so daß Isothermen und Isohalinen hier nahezu senkrecht verlaufen. Das salzarme Wasser der Oberfläche unter 33 ‰ reicht am weitesten nach Süden, der Steilabfall der Bank wird bespült von einem Wasser von 33 bis 34 ‰ Salzgehalt, das wir als Mischwasser von Labrador- und Golfstromwasser auffassen können, jedenfalls erreicht das Golfstromwasser von 35 ‰

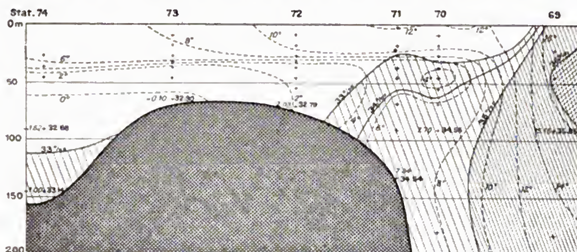


Fig. 5. Schnitt über die Neufundland-Bank nach Murray und Hjort »The Depths of the Ocean«.

bis 36 ‰ Salzgehalt nicht die Bank selbst. Da Station 70 des Schnitts über die Neufundland-Bank schon westlich der Südspitze der Bank liegt, können wir annehmen, daß jedenfalls ein Teil dieses Mischwassers, dessen Menge von dem größeren oder geringeren Andrang von polarem Wasser abhängt, nach Westen geht. Es macht sich hier an der Westflanke des Golfstroms geltend, indem es jene zungenförmig, oft tief in den eigentlichen Golfstrom eindringenden Kaltwassergebiete bildet, bis es untergesunken oder durch Mischung umgeformt ist.

Nach diesen Erörterungen über den Verbleib des Labradorstromwassers, die abseits der Bigelowschen Untersuchungen liegen, seien die Hauptfolgerungen, die Bigelow aus der Gesamtheit der Beobachtungen zieht, kurz zusammengestellt: Die niedrige Temperatur der Küstengewässer ist weder durch Auftrieb, noch durch eine Strömung aus nördlichen Gebieten zu erklären, sondern durch das Landklima der Ostküste Nordamerikas, das namentlich im Winter durch ablandige kalte Winde die Abkühlung des Meeres verursacht. Ein weiterer, wenn auch geringerer abkühlender Einfluß kann in der Zufuhr kalten Flußwassers und des im Frühling mitgeführten Eises gefunden werden. Der Golf von Maine erhält sowohl Zufuhr von Norden wie auch vom Golfstrom, und zwar in wechselnden Mengen, jedoch soll das von Norden zugeführte Wasser keinen abkühlenden Einfluß auf die Temperatur im Golf und südlich auf dem Schelf haben, da es sich inzwischen erwärmt hat und seine Temperatur nicht niedriger ist als diejenige, die durch die Nähe des Landes verursacht wird. Schließlich kommt noch Golfstromwasser in Betracht, das sowohl auf dem Schelf südlich von Kap Cod küstenwärts vordringt, als auch in den Golf von Maine eintritt. Es ergibt sich also, daß das Wasser längs der Ost-

[1]) Murray und Hjort: The Depths of the Ocean. London 1912. S. 110, Fig. 95.

küste Nordamerikas nicht einheitlicher Herkunft, sondern sehr verschiedenartig zusammengesetzt ist. Über den Anteil der verschiedenen Komponenten an der jeweiligen Zusammensetzung des Wassers ein Urteil abzugeben, ist schwer; Bigelow ist der Ansicht, daß im Golf von Maine St. Lorenzgolfwasser, Landwasser und atlantisches Wasser der obersten 200 m-Schicht die gleiche Rolle spielen, indem je nach der Jahreszeit die eine oder andere Komponente die Oberhand hat, während im Küstengebiet zwischen Kap Cod und New York Golfstromwasser und Landwasser den vorwiegenden Anteil haben, Wasser aus nördlichen Gebieten aber in den Hintergrund tritt. Inwieweit Letzteres zutrifft, müssen weitergehende Studien zeigen, da nach meiner Ansicht auch südlich von Kap Cod von Norden zugeführtes Wasser eine nicht unwesentliche Rolle spielt.

Für die Fortführung dieser dankenswerten Beobachtungen seien zwei Wünsche geäußert. Erstens: Ausdehnung der Beobachtungen auf die Wintermonate, und zweitens: Wahl engerer Tiefenstufen zur besseren Festlegung der Grenzschichten.

Tabellen-Anhang.

I. Beobachtungen von Temperatur, Salzgehalt und Dichte an der Ostküste Nordamerikas.

Fischerei-Schoner „Grampus“ 1912 und 1913.

1912.

10. VII. 1912. **Station 2.** 119 m. 42° 32′ N-Br., 70° 23′ W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	18.3	31.74	22.68
18	9.5	—	—
64	4.6	—	—
73	—	32.77	(25.97)
110	4.6	—	—
119	—	32.92	(26.09)

13. VII. 1912. **Station 6.** 49 m. 42° 22′ N-Br., 70° 43′ W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	16.1	31.96	23.45
18	6.3	—	—
46	5.2	32.52	25.72

15. VII. 1912. **Station 7.** 265 m. 42° 44′ N-Br., 69° 50′ W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	17.8	31.62	22.71
46	7.4	—	—
91	4.6	—	—
137	4.6	33.49	26.54
229	4.6	33.78	26.78

7. VIII. 1912. **Station 24.** 194 m. 43° 2′ N-Br., 69° 19′ W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	16.1	32.50	23.86
192	4.6	33.57	26.60

8. VIII. 1912. **Station 25.** 101 m. 43° 26′ N-Br., 68° 49′ W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	13.3	32.34	24.26
18	9.5	—	—
37	9.5	—	—
55	9.1	—	—
73	8.2	—	—
101	7.9	33.22	25.92

14. VIII. 1912. **Station 27.** 183 m. 43° 26′ N-Br., 68° 06′ W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	15.0	32.66	24.21
46	7.8	—	—
91	7.2	33.64	26.34
137	6.3	—	—
183	6.0	33.89	26.70

14. VIII. 1912. **Station 28.** 220 m. 43° 26′ N-Br., 67° 20′ W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	15.0	32.75	24.28
18	10.4	—	—
37	8.7	—	—
55	7.5	—	—
101	7.4	—	—
146	7.4	—	—
183	7.4	—	—
220	7.4	34.54	27.02

14. VIII. 1912. **Station 29.** 64 m. 43° 26′ N-Br., 66° 25′ W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	10.3	32.70	25.19
18	9.8	—	—
37	9.6	—	—
55	9.6	—	—
64	9.6	32.92	25.41

1913.

8. VII. 1913. **Station 57.** 86 m. 42° 6′ N-Br., 69° 56′ W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	16.1	31.90	23.43
18	10.4	31.97	24.53
36	5.9	32.48	25.60
55	—	32.70	—
73	5.1	32.68	25.85

8. VII. 1913. **Station 58.** 165 m. 41° 47′ N-Br., 69° 10′ W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	17.2	32.40	23.50
55	5.1	33.10	26.18
110	4.8	33.35	26.41
165	5.2	33.36	26.38

9. VII. 1913. **Station 60.** 49 m. 40° 41′ N-Br., 69° 33′ W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	16.1	32.63	23.94
18	14.1	32.68	24.40
46	10.2	33.04	25.41

10. VII. 1913. **Station 61.** 146 m. 40° 00′ N-Br., 69° 29′ W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	20.0	33.41	23.55
46	8.8	33.51	26.01
91	8.5	33.62	26.14

10. VII. 1913. **Station 62.** 75 m. 40° 29′ N-Br., 70° 29′ W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	19.4	32.86	23.42
37	7.9	33.04	25.77
73	6.5	33.44	26.27

11. VII. 1913. **Station 63.** 60 m. 40° 45′ N-Br., 71° 16 W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	19.4	32.11	22.71
27	11.8	33.22	25.28
55	6.9	33.22	26.06

11. VII. 1913. **Station 64.** 677 m. 39° 55′ N-Br., 71° 13′ W-Lg.

Tiefe m	t° C	S‰	σ_t
0	21.1	33.16	23.15
91	12.2	35.18	26.71
274	9.2	35.05	27.14
457	5.4	34.96	27.61

12. VII. 1913. Station 65. 82 m.
40° 00′ N-Br., 72° 06′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	20.6	32.68	23.03
27	12.7	—	—
37	—	33.04	—
55	7.0	—	—
73	7.9	33.89	26.43
82	10.6	—	—

12. VII. 1913. Station 66. 46 m.
40° 20′ N-Br., 72° 55′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	20.6	31.55	22.17
27	10.8	33.26	25.47
46	7.7	33.22	25.95

13. VII. 1913. Station 67. 22 m.
40° 29′ N-Br., 73° 46′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	17.2	31.22	22.64
22	9.5	32.82	25.35

19. VII. 1913. Station 69. 27 m.
39° 35′ N-Br., 73° 47′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	20.6	32.27	22.76
13	15.6	33.20	24.48
27	8.9?	33.25	25.79

19. VII. 1913. Station 70. 80 m.
39° 09′ N-Br., 72° 58′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	23.3	32.23	21.85
18	21.3	—	—
37	10.0	33.68	25.94
73	9.1	34.02	26.36

20. VII. 1913. Station 71. 730 m.
38° 56′ N-Br., 72° 39′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	24.4	35.25	23.87
91	14.9	35.55	26.43
274	9.5	35.25	27.24
457	6.5	35.03	27.53

22. VII. 1913. Station 74. 55 m.
37° 41′ N-Br., 74° 27′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	23.9	33.24	22.31
27	18.1	35.06	25.31
55	10.5	34.32	26.36

24. VII. 1913. Station 76. (274 m.)
37° 03′ N-Br., 74° 33′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	24.4	33.57	22.57
46	15.3	—	—
91	12.5	35.37	26.80
183	10.8	35.36	27.12
274	9.6	35.15	27.15

24. VII. 1913. Station 77. 46 m.
37° 03′ N-Br., 74° 56′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	25.0	31.32	20.59
18	20.3	34.96	24.67
46	10.8	34.33	26.30

29. VII. 1913. Station 78. 22 m.
37° 00′ N-Br., 75° 38′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	26.7	29.25	18.46
9	23.3	31.91	21.54
22	14.2	33.50	25.01

30. VII. 1913. Station 79. 27 m.
38° 02′ N-Br., 74° 53′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	24.4	32.42	21.70
9	23.6	32.76	22.09
18	—	33.86	—
27	11.4	33.86	25.83

31. VII. 1913. Station 80. 24 m.
39° 07′ N-Br., 74° 24′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	24.4	32.23	21.56
9	12.0	—	—
24	11.5	33.14	25.26

31. VII. 1913. Station 81. 20 m.
39° 45′ N-Br., 73° 58′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	23.9	32.11	21.45
9	23.4	32.14	21.67
13	11.7	—	—
20	11.5	32.65	24.85

1. VIII. 1913. Station 82. 40 m.
40° 09′ N-Br., 73° 21′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	23.3	31.85	21.61
18	12.6	33.01	24.95
40	8.3	33.09	25.74

1. VIII. 1913. Station 83. 29 m.
40° 48′ N-Br., 72° 17′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	20.0	31.29	21.97
15	18.2	31.49	22.56
29	10.4	32.75	25.15

2. VIII. 1913. Station 84. 37 m.
41° 10′ N-Br., 71° 13′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	21.7	32.29	22.32
18	16.8	32.33	23.54
37	10.1	32.65	25.12

4. VIII. 1913. Station 85. 48 m.
41° 39′ N-Br., 69° 42′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	17.5	32.05	23.15
18	6.5	32.47	25.52
48	5.8	32.56	25.67

9. VIII. 1913. Station 87. 130 m.
42° 31′ N-Br., 70° 21′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	16.7	32.09	23.41
18	10.8	—	—
37	—	32 68	—
46	6.0	—	(25.76)
91	5.2	32.77	25.91
128	5.2	32.75	25.90

9. VIII. 1913. Station 88. 274 m.
42° 33′ N-Br., 69° 33′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	19.2	32.21	22.91
46	7.7	—	—
91	5.2	33.17	26.23
183	6.3	33.87	26.65
274	6.35	34.27	26.95

10. VIII. 1913. Station 90. 185 m.
42° 51′ N-Br., 68° 25′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	16.1	32.56	23.91
18	11.2	—	—
46	6.8	32.92	25.83
91	6.4	33.21	26.11
183	6.6	33.84	26.58

11. VIII. 1913. Station 92. 240 m.
43° 27′ N-Br., 67° 55′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	16.7	32.59	24.05
18	11.6	—	—
	9.2		
46	6.2	33.10	26.04
ca. 78	5.6	—	—
91	5.8	33.28	26.25
183	6.1	·33.91	26.71
238	6.0	34.14	26.90

12. VIII. 1913. Station 93. 220 m.
43° 24′ N-Br., 67° 12′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	15.8	32.61	23.95
18	14.5	—	—
37	10.7	—	—
55	—	32.95	—
91	5.6	—	—
110	—	33.58	(26.49)
137	5.9	—	—
220	5.9	34.10	26.87

12. VIII. 1913. Station 94. 115 m.
43° 25′ N-Br., 66° 43′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	8.9	32.75	25.46
18	8.3	—	—
37	—	33.01	25.69
46	8.3	—	—
73	—	33.24	25.89
91	8.2	—	—
110	—	33.62	(26.33)
113	7.1	—	—

12. VIII. 1913. Station 95. 57 m.
43° 20′ N-Br., 66° 27′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	8.9	32.79	25.43
9	8.8	—	—
18	8.7	32.92	25.55
55	8.5	32.94	25.60

20. VIII. 1913. Station 106. 70 m.
42° 29′ N-Br., 70° 37′ W-Lg.

Tiefe m	t °C	S ‰	σ_t
0	16.1	32.16	23.59
27	9.2	32.41	25.09
70	6.8	32.57	25.56

II. Temperaturbeobachtungen am 20. und 21. August 1889 (Libbey).

Tiefe m	Nr. 1 40° 50′ 71° 30′	Nr. 2 40° 40′ 71° 30′	Nr. 3 40° 30′ 71° 30′	Nr. 4 40° 20′ 71° 30′	Nr. 5 40° 10′ 71° 30′	Nr. 6 40° 0′ 71° 30′	Nr. 7 39° 50′ 71° 30′	Nr. 8 39° 40′ 71° 30′	Nr. 9 39° 30′ 71° 30′	Nr. 10 39° 20′ N-Br. 71° 30′ W-Lg.
0	20.7	21.1	21.9	22.1	22.2	22.1	21.8	22.4	22.4	23.8
9	20.8	20.4	21.3	21.9	22.1	21.6	21.6	22.2	21.5	22.3
18	20.0	12.9	20.0	11.9	21.6	21.6	21.7	22.2	15.8	14.9
27	19.4	9.1	19.9	10.2	15.1	20.4	14.4	17.8	12.2	8.4
37	7.4	7.4	10.7	9.8	8.9	18.0	15.7	12.8	11.3	9.8
46	7.4	6.9	7.3	7.8	7.9	10.8	7.6	9.2	9.9	10.6
55	6.9	6.9	6.9	7.8	7.4	8.3	9.8	9.5	10.1	9.5
73	—	—	—	7.2	7.1	7.7	9.5	11.2	11.4	10.4
91	—	—	—	—	—	9.2	11.7	12.2	12.5	11.6
137	—	—	—	—	—	—	11.2	12.1	11.9	11.7
183	—	—	—	—	—	—	8.0	10.9	9.8	10.1
274	—	—	—	—	—	—	7.1	8.2	8.2	7.5
366	—	—	—	—	—	—	—	6.6	6.8	6.2
457	—	—	—	—	—	—	—	5.3	5.3	5.3
549	—	—	—	—	—	—	—	4.4	4.7	4.6
732	—	—	—	—	—	—	—	4.2	4.3	4.2
914	—	—	—	—	—	—	—	4.0	4.3	3.9
Boden	7.1	6.6	6.8	7.2	7.7	9.2	7.1	—	—	—
(Tiefe)	(62 m)	(64 m)	(70 m)	(73 m)	(86 m)	(91 m)	(274 m)			

Über die Meteorologie des südlichen Rossmeeres und die Meereshöhe des Südpolarplateaus.

Von **E. Barkow.**

Seitdem die Belgica im Jahre 1898/99 zum ersten Male das Geheimnis des Südpolarwinters enthüllte, machte die Erforschung der Meteorologie der Antarktis rege Fortschritte. Von der ersten Periode der südpolaren Forschung liegen die Ergebnisse zum größten Teil in großzügiger Bearbeitung vor und geben so die Grundlage für die Beurteilung neuerer Forschungen. Von der zweiten größeren Periode mit mehreren gleichzeitigen Expeditionen, die im Jahre 1911 begonnen hat, besitzen wir außer mehreren vorläufigen Mitteilungen jetzt die erste endgültige Bearbeitung der meteorologischen Beobachtungen. In äußerlich knapper aber inhaltlich reicher Form hat kein geringerer als H. Mohn die wissenschaftlichen Ergebnisse der norwegischen Südpolarexpedition unter R. Amundsen[1]) zusammengefaßt.

Wie jede bisherige Expedition, die ein neues Gebiet aufsuchte, einen ganz neuen Klimatypus aufwies, so zeigt auch das Klima von Framheim (78° 38′ S, 163° 37′ W) eine große Reihe charakteristischer Züge. Besonders wertvoll in meteorologischer Hinsicht ist es, daß gleichzeitig in nicht allzuweiter Entfernung (rund 650 km) in fast derselben Breite die englische Expedition unter Scott bei Kap Evans (77° 38′ S, 166° 24′ O) im Mac Murdo-Sund überwinterte. Von dort liegt die bis jetzt längste Beobachtungsreihe (5 Jahre) aus der eigentlichen Antarktis vor. Es wird dadurch der zehnmonatigen Reihe von Framheim zum Teil der zufällige Charakter der Witterung des betreffenden Jahres genommen.

Die Beobachtungen in Framheim bestehen aus dreimal täglichen (8, 2, 8) Aufzeichnungen von Luftdruck, Temperatur, relativer Feuchtigkeit und damit Dampfdruck, Windrichtung und -Geschwindigkeit, Menge und Form der Wolken (leider nicht ihre Zugrichtung) nur in der hellen Jahreszeit, Niederschlagsformen,

[1]) Roald Amundsens Antarktic Expedition. Scientific Results. Meteorology by H. Mohn. Videnskapsselskapets Skrifter I Mat.-Naturv. Klasse 1915 Nr. 5.

Siehe auch die vorläufige Mitteilung B. I. Birkelands in R. Amundsen »Die Eroberung des Südpols« S. 887 bis 905.

Halobeobachtungen und schließlich der Himmelsrichtung des Auftretens von Südlicht. Die Beobachtungszeit erstreckt sich vom 1. April 1911 bis zum 29. Januar 1912. Hiermit beschäftigt sich der erste Teil der Mohnschen Arbeit. Der zweite Teil umfaßt die Beobachtungen auf der Polreise Amundsens. Die Herbstschlittenreisen, die Frühjahrsschlittenreisen der Ostabteilung unter Prestrud zum König-Eduard-VII.-Land, sowie die Seereise des »Fram« werden nicht behandelt.

Die monatlichen Mittelwerte der verschiedenen meteorologischen Elemente sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Ich habe gleichzeitig die von Hann[1]) berechneten »Normalwerte«, d. h. die auf die mehrjährige Reihe vom Mac Murdo-Sund reduzierten Werte eingefügt.

Tabelle 1.

1911	Luftdruck mm		Differenz Mac-Murdo-Sund—Framheim	Temperatur C°		Differenz Mac-Murdo-Sund—Framheim	Dampfdruck	Vorherrschende Windrichtung	Windgeschwindigkeit m. p. Sek.	Sturmtage	Bewölkung	Klare Tage ≤ 2	Trübe Tage ≥ 8	Tage mit Nebel	Tage mit Schnee
	beobachtet 700 +	reduziert 700 +	mm	beobachtet	reduziert		mm								
Januar (1912)	46.8	42.5	0.7	— 9.7	— 5.7	1.2	1.9	O	3.5	—	5.2	5	7	1	5
Februar	—	—	—	—	— 12.6	3.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
März	—	—	—	—	— 21.9	6.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
April	39.8	41.3	4.8	— 27.6	— 31.1	8.4	0.5	O	4.4	1	7.2	3	16	6	8
Mai	38.3	38.5	4.0	— 35.5	— 32.8	9.2	0.2	O	2.9	—	—	—	—	—	1
Juni	34.7	37.4	4.7	— 34.4	— 34.1	9.7	0.4	O	4.0	—	—	—	—	—	5
Juli	34.3	36.3	4.3	— 36.5	— 36.5	10.6	0.3	O	4.7	—	—	—	—	—	3
August	36.2	34.1	5.1	— 44.8	— 36.8	10.9	0.1	O	4.1	1	(4.5)	—	—	3	3
September	35.2	37.8	5.3	— 37.5	— 34.1	9.8	0.4	O	4.4	2	5.8	7	12	10	5
Oktober	27.8	32.2	4.3	— 24.2	— 25.6	6.6	0.7	O	6.5	3	7.5	1	16	4	10
November	50.1	43.4	2.5	— 15.5	— 13.0	3.0	1.1	O	5.1	6	4.3	13	9	—	8
Dezember	54.4	46.3	1.3	— 6.7	— 4.6	0.7	2.4	O	4.8	2	6.9	4	15	1	11
Jahr	—	—	—	—	— 24.1	6.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Maximum	66.8	—	—	— 0.2	—	—	4.4	O	20.0	—	10	—	—	—	—
Minimum	12.9	—	—	— 59.0	—	—	0.0	NW	—	—	0	—	—	—	—
Schwankung	53.9	—	—	58.8	—	—	4.4	—	20.0	—	—	—	—	—	—

Mohn beschreibt in folgenden Worten das Klima von Framheim kurz und knapp: Luftdruck: tief; Temperatur: sehr tief, das Jahresmittel ist — 24° C; der Dampfdruck ist gering, die relative Feuchtigkeit mäßig; Windrichtung: vorherrschend östlich; Windgeschwindigkeit: mäßig, Maximum 20 m. p. Sek.; Stürme sind selten; Niederschlag: kein Regen, Schnee nur jeden fünften Tag.

Über die einzelnen Elemente sei im folgenden das wichtigste kurz hervorgehoben. Der Luftdruck ist sehr veränderlich und in allen Monaten tiefer als an den Nachbarstationen. Die mittlere Differenz gegen Kap Evans beträgt im Winter rund 5 mm und schwächt sich im Sommer stark ab.

Die Temperatur ist außerordentlich niedrig und ergibt das tiefste bisher bekannte Jahresmittel der Erde. Die Monatsmittel sind immer tiefer als die gleichzeitigen bei Kap Evans. Der Gradient ist ebenfalls im Winter am größten, im reduzierten Mittel bis 11° C und sinkt im Sommer bis auf 1° C, im Jahresmittel ist er 6 bis 7° C. Die Veränderlichkeit der Temperatur ist ungewöhnlich groß. Der tägliche Gang ist, wie zu erwarten, klein und im Sommer größer als im Winter. Die interdiurne Veränderlichkeit ist »exzessiv«, nach Tagesmitteln berechnet, beträgt sie im Jahresdurchschnitt 4.8° C und im August sogar 7.3° C; sie gehört damit zu den größten auf der Erde bekannten. Die größten Differenzen aufeinanderfolgender Tagesmittel betragen 20.8° C und 19.8° C. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die so bestimmte Veränderlichkeit prinzipiell zu kleine Werte ergibt. Die absolut größte Änderung der Temperatur

[1]) Met. Zeitschrift 1914 S. 553.

in 24 Stunden trat vom 21. zum 22. August 1911 8^h V. ein; die Temperatur steigt von — 57.5° auf — 25.1°, also um 32.4° C. Davon entfallen auf die 12 Stunden 21. 8^h N. bis 22. 8^h V. 28.7° C. Die thermischen Windrosen sind gut ausgeprägt. Am kältesten sind die Kalmen mit — 31.4°, dann folgt SW-, am wärmsten sind die N—NW-Winde, die vom Meere her wehen mit — 16° C.

Die **Feuchtigkeitsangaben** beruhen auf Ablesungen des Russeltvedtschen Torsionshygrometers. Auf Grund meiner eigenen Erfahrung möchte ich diesen Werten nicht den Grad von Sicherheit zuerkennen, wie es Birkeland und Mohn tun. Haarhygrometer sind bekanntlich bei tiefen Temperaturen außerordentlich träge und zweitens dürfte sich unter den klimatischen Verhältnissen von Framheim Reif auch an das Haar selbst angesetzt haben, wodurch sich um das Haar eine gesättigte Eisdampfhülle bildet und außerdem zum mindesten ein Teil des Haares mechanisch der Einwirkung der Luftfeuchtigkeit entzogen wird. Nähere Angaben darüber, ob dies der Fall gewesen ist, liegen allerdings nicht vor, doch dürfte die geringe Veränderlichkeit der Feuchtigkeit, die Birkeland und Mohn ausdrücklich hervorheben, sich zum guten Teil hierauf zurückführen lassen. Die Dampfspannung ist sehr klein, eine einfache Folge der tiefen Temperatur.

Die **Windverhältnisse** können wegen des weithin sehr ebenen Geländes als charakteristisch für ein großes Gebiet gelten. Die vorherrschende Windrichtung ist Ost mit rund ein Drittel aller Beobachtungen. Nächsthäufig sind die S- und SW-Winde mit zusammen 26 %; sehr zahlreich sind ebenfalls die Windstillen mit 21 % der Beobachtungen. Die Windgeschwindigkeit ist mäßig, erreicht als höchstes Monatsmittel im Oktober 6.5 m p. Sek. und hält sich meist zwischen 4 und 5 m p. Sek. Starke Winde sind nicht häufig; nur 7½ % der Messungen ergeben 10 m p. Sek. und darüber. Die Zahl der Stürme, 15 m p. Sek. und höher, beträgt nur 2 %. Etwa die Hälfte der starken Winde kommt aus Osten; sie sind relativ warm, 6° über dem Mittel, und häufig von Schnee begleitet. Sie sind demnach wohl, wie z.B. auch die Ostwinde der Gauß-Station, als zyklonale Winde aufzufassen.

Die **Bewölkung** ist in allen Monaten, von denen Beobachtungen vorliegen (in der dunklen Jahreszeit wurde sie nicht beobachtet), mäßig. Bei nördlichen Winden ist sie am größten, bei südlichen am kleinsten. Klare Tage sind durchschnittlich seltener als bedeckte. Von den 599 notierten Wolkenformen gehören 73 dem ci-Niveau, 53 dem a-cu-Niveau und 311 der untersten Wolkenschicht an.

Nebel ist am häufigsten bei Ostwind, ebenso **Schnee**. Die Niederschlagswahrscheinlichkeit ist bei Windstille am größten. An zweiter Stelle stehen nördliche Winde und an letzter Südwinde.

Der zweite Teil der Mohnschen Arbeit beschäftigt sich mit den Ergebnissen der großen Schlittenreise Amundsens zum Südpol, der Höhenberechnung und Meteorologie der inneren Antarktis. Alle Beobachtungen während der Reise sind ausführlich in allen Einzelheiten wiedergegeben, so daß eine kritische Nachprüfung der Ergebnisse möglich ist. Auf den astronomischen Teil, die Ortsbestimmungen betreffend, brauche ich an dieser Stelle nicht einzugehen.

Die eigentliche Polreise begann am 20. Oktober, vom 16. bis 18. Dezember war Amundsen am Pol und erreichte Framheim wieder am 25. Januar 1912. Die Beobachtungen geschahen meist dreimal am Tage, selbstverständlich konnten bestimmte Termine nicht eingehalten werden; sie sind aber auch wegen des verschwindenden täglichen Ganges der meteorologischen Elemente im innern Polargebiet nicht von der Bedeutung wie in anderen Gebieten der Erde. Regelmäßig wurde vor dem Aufbruch aus jedem Lager und nach dem Aufschlagen des Zeltes im neuen Lager beobachtet, meist auch noch während einer Rast auf dem Tagemarsche.

Als Methode der Höhenberechnung konnte nur die Staffelmethode in Betracht kommen, da genügend nahe Basisstationen in der Antarktis nicht vorhanden sind. Nur bis etwa zum 80° S benutzte Mohn außerdem die direkte Methode unter Zugrundelegung von Isobarenkarten, die er aus den Windrichtungs- und Geschwindigkeitsangaben des Reise- und Stationsortes sowie des Basis-

luftdruckes entwerfen konnte. Die Höhen dieses Teils der Reise sind nach beiden Methoden berechnet und dann gemittelt. Für die entfernteren Punkte war dies Verfahren nicht mehr zu verwenden. Zur Ermittlung der Höhenstufen dienten die den Aufbruchs- und Ankunftszeiten am nächsten benachbarten Beobachtungen. Das arithmetische Mittel der Luftdruck- und Temperaturwerte geht in die von Mohn benutzte Höhenformel

$$\Delta h = 29.206 \ (273 + t) \frac{1}{b} \Delta b$$

ein. Darin ist Δh die Höhendifferenz der Stationen, t und b die mittlere Temperatur bzw. Druck und Δb die gemessene Druckdifferenz. Die Luftfeuchtigkeit braucht wegen ihres geringen Betrages nicht berücksichtigt zu werden.

Da Hin- und Rückweg sich so gut wie vollständig decken, so ergibt sich für eine größere Anzahl von Punkten (33) eine doppelte Höhenbestimmung. Um die wahrscheinlichsten Höhen zu bekommen, schlägt Mohn folgendes Verfahren ein. Von Framheim ausgehend nimmt er die Summe der Höhenstufen je für Hin- und Rückreise bis zur nächsten Doppelstation und nimmt das arithmetische Mittel als die wahrscheinlichste Höhe an; von dieser ausgehend schreitet er ebenso bis zur folgenden Doppelstation fort usw. Die Höhen der zwischenliegenden nur einmal gemessenen Stationen werden dann durch Interpolation gefunden.

Die zwei Höhenbestimmungen einer Doppelstation gestatten den mittleren Fehler zu berechnen. Der durchschnittliche Fehler der Höhenmessungen beträgt danach $\pm$ 20 m, für die Eisplatte $\pm$ 11 m und für das Polarplateau $\pm$ 28 m. Als Ursache dieser Fehler ist wohl die Unsicherheit der Barometerablesungen und seiner Korrektionen anzusehen. Unter wahrscheinlichen Annahmen hierüber kommt Mohn zu sehr nahe denselben Fehlern, wie sie oben angegeben sind. Die Staffelmethode bringt es mit sich, daß die Fehler jeder einzelnen Stufe in alle folgenden mit eingehen. Daher muß der mittlere Fehler der Höhe selbst bis zum Endpunkt der Stufenreihe steigen. Hier ist dieser Punkt der Südpol selbst. Er ist nach der Mohnschen Rechnung 2454 $\pm$ 196 m hoch.

Das Höhenprofil zwischen Framheim und Pol ist in kurzen Worten ausgedrückt das folgende. Die Eisplatte reicht von Framheim 709 Kilometer nach Süden mit einer mittleren Höhe von 60 Metern. Zwischen 85° S-Br. und 85° 36′ S-Br. Anstieg bis zur »Metzig« oder »Hundelager« auf 2864 m $\pm$ 62 m, dann Abstieg bis 2070 m in 86° 30′ S-Br., neuer Anstieg auf 2808 m in 87° 49′ S-Br.- dann erst langsameres Fallen bis 88° 45′ S-Br. und schnelleres bis zum Pol.

Für die Höhe des Poles selbst haben wir einen Vergleichswert durch Scott, der den Pol etwa einen Monat später erreichte als Amundsen. In seinem Tagebuch gibt Scott 2950 m als Meereshöhe des Pols an, während auf der beigegebenen Karte 2900 m angegeben ist, ein Wert, der vermutlich bereits einer Nachprüfung unterzogen sein wird. Die vorläufige Berechnung Amundsens hatte 3010 m ergeben. Während die vorläufigen Werte gut miteinander über, einstimmen, weicht der definitive Mohnsche auffällig stark davon ab!

Die Besprechung der meteorologischen Konsequenzen, zu denen die Höhenwerte führen und die zum Teil Mohn schon selbst gezogen hat, wird uns im folgenden Aufklärung über die Ursache dieser Differenzen geben.

Zwecks Ableitung allgemeinerer Resultate reduziert Mohn alle Temperaturen und Drucke auf den Meeresspiegel. Der dazu nötige vertikale Temperaturgradient ergibt sich auf folgende Weise. Aus denselben Beobachtungen, die zur Berechnung der Höhenstufen dienten, ergibt sich auch der Unterschied der Anfangs- und Endtemperaturen und nach Division durch die Höhe auch der vertikale Temperaturgradient. Als mittlere Temperaturabnahme mit der Höhe erhält Mohn für die Eisplatte 1.30° C, für Gletscher und Plateau 0.41° C und als Gesamtmittel 0.53° C für je hundert Meter. Im einzelnen nimmt die Temperatur fast ebensooft mit der Höhe zu als ab, woraus Mohn auf ein sehr häufiges Vorkommen von Bodeninversionen schließt. In diesen Werten stecken natürlich noch der jährliche Gang der Temperatur sowie die unperiodischen Änderungen, so daß wir diesen Gradienten nur als rohen Näherungswert anzusehen haben.

Lasse ich z. B. alle kleinen Höhenstufen, bei denen sich diese Störungen naturgemäß am stärksten bemerkbar machen, bei der Berechnung fort und benutze nur die Stufen von rund 100 m und mehr, und beschränke mich auf den Auf- und Abstieg von der Eisplatte zum Pol, so erhalte ich als Gradienten für den Aufstieg — 0.05° C und für den Abstieg 0.26° C und im Mittel 0.11° C. Gehe ich noch weiter und benutze nur die Höhenstufen über 200 m, so erhalte ich wieder den großen Wert von 0.69° C. Die Ballonaufstiege, die G. Simpson[1]) bei Kap Evans im November und Dezember 1911 ausführte, ergaben einen mittleren Gradienten von 0,68° C für die Schicht von 0 bis 2500 m.

Die mit Hilfe des Gradienten 0.53° aufs Meeresniveau reduzierten Werte werden von Mohn nach Gruppen zusammengefaßt, die sich um jeden vollen Breitengrad gruppieren. In Tabelle 2 gebe ich diese Werte wieder. Beim Luftdruck sind außerdem die mittleren Fehler eingeführt, die sich aus dem mittleren Fehler der Höhen ergeben. Ferner habe ich die Luftdruck-Gruppenmittel für Framheim neu berechnet und wiedergegeben.

Tabelle 2.

Luftdruck.

	Breite	»Normalwerte« Temperatur am Meeresniveau	Framheim—Polreise reduziert Δt	Polreise reduziert	Mittlerer Fehler mm	Framheim	Framheim—Polreise Δb
Aufstieg	79°	—	— 1.1	723.1	—	722.4	— 0.7
	80	—	+ 4.5	28.0	—	27.3	— 0.7
	81	—	+ 2.0	37.1	—	32.1	— 5.0
	82	—	— 1.2	44.2	—	46.0	+ 2.6
	83	—	— 1.4	41.5	—	45.1	+ 3.6
	84	—	+ 4.6	45.7	—	51.1	+ 5.4
	85	—	— 0.4	47.5	—	48.5	+ 0.5
	86	—	+ 1.4	42.6	—	57.2	+ 14.7
	87	—	— 1.9	24.0	—	52.4	+ 28.4
	88	—	+ 1.5	33.1	—	55.3	+ 22.2
	89	—	+ 3.7	34.0	—	44.7	+ 10.7
	90	—	+ 3.1	21.6	—	53.9	+ 32.6
Abstieg	89	—	+ 4.6	17.4	—	56.2	+ 38.8
	88	—	+ 1.0	14.6	—	58.8	+ 44.2
	87	—	— 0.3	31.8	—	53.9	+ 22.1
	86	—	— 4.9	34.3	—	50.8	+ 16.5
	85	—	— 1.3	30.1	—	45.5	+ 14.4
	84	—	+ 2.1	35.0	—	43.5	+ 8.5
	83	—	+ 1.5	39.5	—	43.6	+ 4.6
	82	—	+ 1.5	42.9	—	47.5	+ 4.6
	81	—	+ 2.3	44.6	—	47.2	+ 2.6
	80	—	+ 2.7	50.5	—	51.7	+ 1.2
	79	—	— 1.4	48.2	—	49.5	+ 1.3
Mittel aus Aufstieg und Abstieg	79°	— 4.7	— 1.3	736.8	± 0.5	733.2	— 3.6
	80	— 4.9	+ 4.0	34.9	1.3	34.3	— 0.6
	81	— 5.1	+ 2.2	39.5	5.6	38.3	— 1.2
	82	— 5.3	— 0.3	43.8	5.8	47.1	+ 3.3
	83	— 5.5	— 0.1	40.7	5.8	44.5	+ 3.8
	84	— 5.7	+ 3.4	40.9	5.9	47.3	+ 6.2
	85	— 5.9	— 0.7	39.2	5.8	47.1	+ 7.9
	86	— 6.1	— 0.3	40.4	7.7	56.1	+ 15.7
	87	— 6.3	— 1.3	26.8	11.4	53.1	+ 26.3
	88	— 6.5	+ 1.3	25.4	17.4	57.0	+ 31.6
	89	— 6.7	+ 4.2	24.4	18.0	51.3	+ 26.9
	90	— 6.9	+ 3.1	21.6	18.7	53.9	+ 32.3

Mohn zieht aus obigen Zahlen den Schluß, daß die Eisplatte einen im Mittel nach Süden hin steigenden Luftdruck aufweist, also einem antizyklonalen Witterungstypus angehört, daß jedoch das Gebiet um den Pol selbst »a distinct,

[1]) Quarterly Journal of the Royal Meteorol. Society Juli 1914. S. 221—227. Siehe auch Meteorol. Zeitschr. 1914. S. 551—553.

remarkably low pressure« hat, eine Erscheinung, die er mit dem von Meinardus theoretisch geforderten Tiefdruckgebiet oberhalb 2000 m Höhe in Zusammenhang bringt.

Betrachten wir aber die Gradienten, die dieses Tiefdruckgebiet haben müßte! Schon nach den Gruppenwerten der Schlittenreise selbst würde zwischen 86° S-Br. und dem Pol, also auf vier Breitengrade eine Druckdifferenz von rund 20 mm herrschen müssen. Nehme ich dagegen die gleichzeitigen Werte von Framheim, so wird die Differenz noch bedeutend größer. Um noch mehr die zufällige Verteilung auszuschalten, nehme ich das Gesamtmittel des Monats Dezember für Framheim und das Polarplateau (rund 88° S-Br.) und erhalte als Differenz der beiden Werte 30.5 mm. Da der Luftdruck auf der Eisplatte, wie auch die vorherrschenden Winde zeigen, nach Süden hin ansteigt, und die auf dem Plateau überwiegend beobachteten SSO—SO-Winde eine Druckabnahme in der Richtung auf Framheim zu aufweisen, so wird die wahre Differenz noch größer sein müssen und vielleicht bis an 40 mm herankommen. Eine andere Annahme der vertikalen Temperaturverteilung würde die Verhältnisse nur unwesentlich zu ändern vermögen. Nehme ich z. B. Isothermie an, was nach obigen Darlegungen noch im Bereich der Möglichkeit läge, so würde sich der Gradient um rund 10 mm abschwächen. Gehe ich näher an adiabatische Verhältnisse heran, so verstärkt sich die Luftdruckdifferenz noch. Es bleibt auf jeden Fall ein unwahrscheinlich großer Luftdruckgradient übrig, wie er nur bei schweren Stürmen vorkommen dürfte, aber nicht mehr in Monatsmitteln.

Auch in einem Einzelfalle, den ich hier anführen möchte, und bei dem ich noch unabhängig gewonnene Zahlen verwenden kann, zeigt sich eine derartige Druckdifferenz. Vom 1. bis 3. Dezember herrschte auf dem Plateau ein stürmischer SO-Wind, der nach Mohn ein Steigen des aufs Meeresniveau reduzierten Luftdruckes von dem für den antarktischen Sommer ungewöhnlich tiefen Druck von 715 mm auf 725 mm am Abend des 3. brachte. Wohl identisch mit diesem Sturm ist derjenige, von dem Scott am Fuß des Beardmore-Gletschers mehrere Tage aufgehalten wurde. Dort brachte der sehr warme S-Sturm (dynamische Erwärmung beim Herabwehen vom Plateau) am Abend des 3. ein Steigen des Luftdrucks von 747 auf 759 mm, was als besonders auffällig von Scott hervorgehoben wird. Wenn an diesen Zahlen wohl auch noch Korrektionen anzubringen sind, so ist doch jedenfalls eine erhebliche Differenz zwischen beiden Angaben vorhanden, und dabei weht der Wind sehr nahe in der Verbindungslinie beider Orte, die rund 400 km voneinander entfernt sind, also auch annähernd in der Richtung der Isobaren. Daß diese Stürme keine lokale Erscheinung sind, werde ich weiter unten nachzuweisen versuchen.

Wie lassen sich diese Widersprüche lösen? Die einfachste Annahme wäre die, worauf schon die Differenz zwischen den definitiven Mohnschen Höhen und den vorläufigen Amundsens und Scotts deutet, daß die ersteren zu gering sind. Wenn der Luftdruckgradient von 30 mm verschwinden soll, so würde das ungefähr einer Vergrößerung der Meereshöhe von 300 bis 400 m entsprechen. Selbst dann würde auch noch ein relatives Tiefdruckgebiet um den Pol vorhanden sein. Diese Annahme scheint aber wegen der guten inneren Übereinstimmung der Mohnschen Höhenberechnung, der mittlere Fehler ist ja recht gering, zu scheitern. Und doch dürfte sie die gegebene sein, wie ich im folgenden zu zeigen versuchen will.

Die Höhenberechnung nach der Staffelmethode setzt voraus, daß der Luftdruck zwischen dem Anfangs- und Endwert jeder Stufe sich in gleicher Höhe nicht ändert, sei es zeitlich, sei es räumlich. Ein Steigen des Luftdrucks zwischen beiden Beobachtungen läßt die Höhenstufe zu gering erscheinen und umgekehrt. Steigt der Luftdruck im Verlauf einer längeren Reise systematisch, so werden natürlich auch die berechneten Meereshöhen zu gering. Geht man denselben Weg wieder zurück, und fällt zufällig der Druck wiederum systematisch in demselben Betrage, wie er auf der Hinreise gestiegen ist, so werden die Höhen von Doppelstationen gute Übereinstimmung zeigen; der mittlere Fehler ist gering. Die absoluten Meereshöhen sind aber doch unrichtig. Dieser an und für sich

nicht gerade wahrscheinliche Fall ist aber bei Amundsens Polreise tatsächlich eingetreten, wie Tabelle 2 zeigt. Das in Framheim beobachtete Maximum fällt gerade auf die Zeit, in der Amundsen auf dem Polarplateau weilte. In die Zeit der Hinreise fällt der ganz ungewöhnliche Anstieg des Luftdrucks vom Oktober zum November, der das Monatsmittel des November um über 20 mm über das des Oktober erhöht. Dieser Gang des Luftdrucks ist keine räumlich engbegrenzte Erscheinung; denn wie Tabelle 3 zeigt, ist der Anstieg im Mac Murdo-Sund und bei Kap Adare ebenso groß, und bei der südlichsten Station Framheim sogar am größten. Deshalb ist auch eine ziemlich weitgehende Extrapolation durchaus statthaft. Auf der Rückreise sinkt zwar der Luftdruck nicht in dem Maße, wie er bei der Hinreise gestiegen ist, aber dafür ist die Luftdruckverteilung eine andere, die das zum Teil wieder aufhebt. Wie die häufigen westlichen Winde dieser Periode zeigen, ist der Luftdruck auf der Eisplatte in diesem Zeitraum niedriger als in Framheim, also umgekehrt wie gewöhnlich.

Tabelle 3.

Luftdruck (Millimeter) 700 +.

1911	Framheim	Kap Adare	Kap Evans	1911	Framheim	Kap Adare	Kap Evans
März	—	39.7	41.9	September	35.2	36.1	40.5
April	39.8	43.0	44.6	Oktober	27.8	30.5	32.1
Mai	38.3	38.1	42.3	November	50.1	50.8	52.6
Juni	34.7	39.5	39.4	Dezember	54.4	55.0	55.7
Juli	34.3	36.9	38.6	Januar (1912)	46.8	—	47.5
August	36.2	38.4	41.3				

Wie groß die im einzelnen anzubringenden Höhenkorrektionen sein werden, läßt sich zunächst nicht angeben. Erst wenn die Höhenberechnung der Scottschen Expedition im einzelnen vorliegen wird, läßt sich ein besseres Urteil darüber gewinnen, da vor allem dann die Meereshöhe des Südpols auf einem unabhängigen Wege gefunden ist. Da die Englische Expedition später aufgebrochen ist, so fällt der große Druckanstieg von 20 mm nicht mehr in die Reisezeit. Abgesehen hiervon hat der Scottsche Reiseweg den großen Vorzug, daß er zum größten Teil bereits durch Shakleton einmal zurückgelegt wurde. Dadurch werden die Höhen natürlich wesentlich zuverlässiger bestimmt.

Auf Grund der vorliegenden Beobachtungen Amundsens können wir bereits eine Vermutung aussprechen, wo die Meereshöhen sich stärker ändern werden. Betrachten wir die Differenzen zwischen den Drucken in Framheim (Tabelle 2) und den reduzierten Werten der Polreise, so zeigen sich sprungweise Änderungen zwischen 81° und 82° S-Br. und vor allem zwischen 85° und 87° S-Br. In die zweite Gruppe gehört der Anstieg auf die »Metzig« und der darauf folgende Abstieg mit an und für sich schon beträchtlichen Höhenänderungen. Zwischen 81° und 82° S-Br. sind wir aber mitten auf der Eisplatte. Diese Gegend ist auf der Karte als zerrissenes Gebiet bezeichnet und außerdem ist im Osten hiervon »Andeutung von Land« eingetragen; in seinem Reisebericht schreibt Amundsen von einer Eismauer. Alles dies zeigt eine Änderung des Gefälles im Untergrund an, und die Vermutung ist nicht von der Hand zu weisen, daß wir es hier tatsächlich mit einer Höhenstufe zu tun haben, die wegen der allgemeinen Luftdruckänderung der Berechnung entgangen ist; die Höhenstufe könnte etwa 100 m betragen. Bei den beiden fraglichen Gebieten zeigt sich auch bei der Mohnschen Berechnung, daß der mittlere Fehler der Höhenstufen jeweils ein Maximum aufweist. Die Beantwortung der Frage nach den Luftdruckverhältnissen in der Umgebung des Pols selbst, ob Hoch- oder Tiefdruckgebiet, muß der Zukunft überlassen bleiben, bis die strittigen Fragen nach den wahren Meereshöhen gelöst sind.

Ein guter Teil der meteorologischen Ergebnisse der Polreise ist aber fast oder ganz unabhängig von der absoluten Meereshöhe. Ich kann mich deswegen im folgenden wieder an Mohn anschließen. Aus den Temperaturdifferenzen

gegen Framheim, die in Tabelle 2 enthalten sind, sucht Mohn die Temperatur der Breitenkreise zu bestimmen. Die Differenzen selbst sind natürlich beeinflußt durch die Annahme der Meereshöhe. Da aber auch der Gradient, der zur Reduktion auf das Meeresniveau benutzt wird, noch recht unsicher ist, so liegt zunächst keine Notwendigkeit vor, die Mohnschen Zahlen zu ändern. Der mittlere horizontale Temperaturgradient wird zu 0,20° C für den Breitengrad abgeleitet. Als Dezembertemperatur für den Pol würde sich danach unter Benutzung der Hannschen »Normalwerte« für Framheim — 6,9° C (Tabelle 2) ergeben und für das Jahr 1911 — 9,8° C. Im Durchschnitt ist somit anzunehmen, daß der Südpol etwa 5° kälter ist als der Nordpol in der entsprechenden Jahreszeit. Die interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur ist groß und auf der Eisplatte größer als auf dem Plateau. Das dürfte aber wohl eine einfache Folgerung des jährlichen Ganges des Elements sein. Auf jeden Fall ist die Veränderlichkeit größer als im hohen Norden.

Die Windrichtung ist natürlich stark von den Witterungsbedingungen abhängig. Das zeigt sich daran, daß die Winde auf der Eisplatte, dem Gletscher und dem Plateau, diese drei Gruppen werden hier unterschieden, aus allen Richtungen wehen können, auch Windstillen sind häufig. Auf dem Plateau herrscht aber SO, auf dem Gletscher SOzS, auf der Eisplatte SzO und in Framheim O vor. Die kältesten Winde haben starke Süd-Komponente, die wärmsten starke Nord-Komponente. Die starken Winde von 10 m p. Sek. und darüber kommen auf der Eisplatte meist aus SO—SW, auf dem Plateau aus NO—SO. Schneefälle sind recht häufig, scheinen aber im Durchschnitt außerordentlich unergiebig zu sein, wie die vielen Angaben Amundsens in seinem Bericht zeigen. »Es war hier genau so wie bei dem Vorratslager auf 81° S-Br., fast kein Niederschlag war zu bemerken«[1]); nach rund 8 Monaten!

Die Windverhältnisse deuten im großen und ganzen auf ein Tiefdruckgebiet im Nordosten der Reiseroute hin, in der Richtung auf das unbekannte Gebiet östlich der Eisplatte. Die östlichen Winde von Framheim setzen ein Tiefdruckgebiet in der Ross-See voraus. Mohn geht auf Grund der Einzelbeobachtungen weiter und sucht den Zusammenhang zwischen Wind- und Luftdruckänderungen näher zu ergründen und zieht dabei folgende Schlüsse: »Die Wahrscheinlichkeit steigenden Drucks ist am größten für N-, und am kleinsten für NO-Winde, für abnehmenden Druck ist sie am größten für SO- und am geringsten für N-Wind. Der Betrag der Änderung ist bei NW-Wind am größten. Steigen und Fallen des Luftdrucks kommen bei jeder Windrichtung vor, die Druckgradienten können nach allen Richtungen weisen; »Hoch« und »Tiefs« können rings um Framheim vorhanden sein.

SO-Wind, für den die Wahrscheinlichkeit fallenden Drucks am größten ist, deutet auf Tiefs, die aus dem NO-Quadranten sich Framheim nähern, und N-Wind, bei dem das Maximum des Steigens liegt, daß die Tiefs Framheim in W—SW-Richtung verlassen. Das Vorwiegen östlicher Winde zeigt, daß die meisten Tiefs nördlich von Framheim liegen. Ich habe die möglichen Zugstraßen der Depressionen um Framheim durch Untersuchung der Richtungsänderungen des Windes festzustellen versucht, habe aber keine Regel finden können. Es scheint, daß die Maxima und Minima des Luftdrucks in allen Richtungen um die Walfischbai entstehen und jede Zugrichtung einschlagen können.«

Betrachte ich die in Tabelle 3 angeführten Monatsmittel für die drei Stationen der Ross-See näher, so zeigt sich, daß in fast allen Monaten der Luftdruck in Framheim am tiefsten ist. Im Mittel der neun gleichzeitigen Beobachtungsmonate ist der Luftdruck bei Kap Adare um 1,9 mm, der im Mac Murdo-Sund sogar um 4,0 mm höher. Die mittleren Isobaren müssen von der Luftdruckrinne, die im südlichen Indischen Ozean die Küste der Antarktis begleitet, sehr stark nach Süden hin ausbiegen, oder was mir wahrscheinlicher ist, wir haben in der Ross-See ein stationäres Tiefdruckgebiet, ähnlich wie in der Weddell-See und im Belgica-Meer. Die Einzeltiefs würden sich vielleicht

---

[1]) R. Amundsen: Die Eroberung des Südpols, S. 526.

als Teildepressionen auffassen lassen, die das stationäre Minimum im Sinne der Hauptwindrichtung, also im Sinne des Uhrzeigers, umkreisen. Da auch sonst solche Teildepressionen scharf ausgeprägte Vorder- und Rückseiten mit starken Temperaturgegensätzen zu haben pflegen, so würde sich dies auch mit der großen Temperaturveränderlichkeit, von der weiter oben die Rede war, gut vertragen.

Trage ich mir für die Zeit der Polreise Amundsens die Luftdruckwerte von Framheim und die reduzierten Werte der Reise in einem Druck-Zeitsystem graphisch auf und verbinde die Punkte durch die wahrscheinlichste Druckkurve, so finde ich bis etwa 84° S-Br. besonders bei der Hinreise einen sehr ausgeprägten Parallelismus beider Kurven, und zwar mit einer deutlichen zeitlichen Verspätung der Extreme, die in etwa $80^1/_2$° S-Br. rund 12 Stunden und weiter nach Süden mehr beträgt. Hieraus würde eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von rund 20 km in der Stunde in Nord-Süd-Richtung folgen, ein Wert der nicht gerade unwahrscheinlich sein dürfte. In diesem Zusammenhang möchte ich noch auf einen Einzelfall hinweisen, der zur synoptischen Betrachtung einlädt. In der ersten Dezemberdekade haben wir schwere Stürme im Gebiet des Rossmeers, und zwar liegen bis jetzt folgende Angaben darüber vor: Amundsen wird vom 1. bis 3. Dezember durch schweren Südoststurm behindert in etwa $86^1/_2$° S-Br., ebenso wird Scott von einem am 3. Dezember früh morgens einsetzenden ungewöhnlich schweren Orkan am Fuß des Beardmore-Gletschers betroffen und bis zum 9. morgens festgehalten; ferner wird Prestrud am Scott-Felsen auf König-Eduard-VII.-Land am 3. nachmittags von einem schweren Schneesturm überfallen, der bis zum 8. des Morgens anhielt; in Framheim dauerte der Sturm vom 4. des Morgens bis zum 6. des Abends. Überall brachte der Sturm sehr starken Schneefall, z. T. in ganz ungewöhnlicher Menge. Abgesehen vom Plateau war der Sturm sehr warm, und in Framheim brachte er sogar das absolute Maximum der Temperatur. Die Vermutung, daß es sich um ein großes zusammenhängendes Ereignis handelt, liegt sehr nahe. Die beiden Druckkurven von Framheim und der Polreise lassen die Deutung zu, daß das Sturmtief im allgemeinen von Süden nach Norden gewandert ist, also über das Polarplateau oder Nachbarschaft hinweg. Das Minimum tritt in Framheim 2 bis $2^1/_2$ Tage später ein; der Sturmcharakter ist insofern bei beiden Orten derselbe, als es nur bei fallendem Barometer stürmt, während beim Anstieg der Wind sehr rasch nachläßt. Es wäre sehr zu wünschen, daß die meteorologischen Verhältnisse des Rossmeeres eine synoptische Bearbeitung fänden. Für das Jahr 1911 ist das Material dafür so reichlich, wie bisher niemals in der Antarktis. Außer drei festen Stationen kommen noch die vielen Schlittenreisen und für den Sommer die Fahrten der drei Expeditionsschiffe »Fram«, »Terra Nova« und vielleicht »Kainan Maru«, das Schiff der japanischen Expedition, in Betracht. Wenn auch sehr viele Eigentümlichkeiten der einzelnen Stationen vorliegen, vor allem die vielen Stürme bei Kap Evans und bei Kap Adare im Vergleich zu Framheim, so dürften sich doch wohl manche allgemeinere Erscheinungen herausschälen lassen und vielleicht auch die Bedingungen für die lokalen Verschiedenheiten.

Simpson[1]) geht näher auf die Differenz der Windgeschwindigkeiten in Framheim und Kap Evans ein und betrachtet die Häufigkeit der verschiedenen Windgeschwindigkeiten an beiden Stationen. Er findet als besonders charakteristisch, daß die Verteilungskurve mit einem Maximum der Windstillen beginnt, um sich dann mit zunehmender Windgeschwindigkeit asymptotisch dem Wert Null zu nähern. Dieser Kurve, die bei beiden Stationen sehr nahe parallel verläuft, ist im Mac Murdo-Sund eine zweite Kurve überlagert, die die Stürme versinnbildlicht. Diese Zusatzkurve dürfte auf das Randgebiet östlich des Südviktorialandes beschränkt sein. Betrachte ich unter dem Gesichtspunkt der Sturmhäufigkeit die Windverhältnisse der bisherigen antarktischen Stationen, so ergibt sich ausnahmslos, daß die Orte am Rande der Antarktis, Binnenlandstationen kommen ja vorläufig nicht in Frage, in deren Nähe eine vertikale Gliederung des Festlandes vorhanden war, relativ sturmreich sind, während die

[1]) In Kapitän Scott: Letzte Fahrt II. S. 361—369.

andern in ebener Umgebung relativ sturmarm sind. Zur ersten Gruppe gehören die Stationen am Mac Murdo-Sund, Kap Adare, Snow-Hill, die beiden Charkotschen Expeditionen bei Grahamland und die Australische Expedition unter Mawson; die andere Gruppe bilden die Belgica Expedition, die Winterstation des Gauß, Framheim und schließlich die Deutsche Antarktische Expedition im Weddellmeer. Daß ich die an und für sich recht sturmreiche Gauß-Station hierher rechne, könnte wundernehmen; aber die räumlich benachbarte australische Expedition, von der bisher nur vorläufige Mitteilungen vorliegen[1]), zeigt, wie sturmreich der eigentliche Festlandsrand in Wirklichkeit ist. Das Steigen der Windgeschwindigkeit mit der Annäherung an den Kontinentalrand zeigt schon der Vergleich der Beobachtungen am Gaußberg und der Winterstation des Gauß selbst. Die Beziehung zwischen Sturmhäufigkeit und vertikaler Gliederung des Landes ist meiner Ansicht nach kein Zufall, sondern physikalisch bedingt. Auf die Begründung kann ich an dieser Stelle nicht eingehen, werde es aber bei anderer Gelegenheit tun.

Die Frage nach der Normalität des Jahres 1911 ist eigentlich schon durch die Reduktion der Temperatur der einjährigen Reihe auf die fünfjährige am Mac Murdo-Sund beantwortet. Das Jahr 1911 ist kälter, als es dem Durchschnitt entspricht. Im Mac Murdo-Sund besteht für die Wintermonate, Mai bis September, eine ausgesprochene Beziehung zwischen mittlerer Windgeschwindigkeit und mittlerer Monatstemperatur. Bei gleichen Monatspaaren ist die Temperatur um so höher, je größer die Windgeschwindigkeit ist. Da die mittlere Windgeschwindigkeit vor allem durch die Häufigkeit der Stürme beeinflußt wird,

Tabelle 4.
Temperatur und Wind am Mac Murdo-Sund.

Monat	Temperatur ° C		Wind		Temperatur ° C		Wind	
	1902	1903	1902	1903	1911	1912	1911	1912
			Beaufort-Skala				Engl. Meilen in der Stunde	
Mai	—24.7	—26.7	3.4	2.0	—23.8	—22.0	12.0	25.0
Juni	—26.7	—25.4	1.9	2.6	—25.3	—22.9	13.2	31.8
Juli	—22.3	—29.5	2.5	2.0	—29.5	—20.9	18.5	28.7
August	—26.9	—26.9	2.8	2.7	—29.5	—19.5	16.7	25.3
September	—24.4	—28.1	2.5	2.8	—26.6	—21.6	14.5	22.5

bei denen fast regelmäßig die Temperatur steigt, so muß sich das auch im Monatsmittel der Temperatur bemerkbar machen. Als Ursache der Erscheinung kann jetzt wohl die Aufwirbelung der kalten Bodenluft durch starken Wind betrachtet werden, der die höhere Temperatur der höheren Schichten herabbringt. Mohn hält dies übrigens überhaupt für die Ursache der tieferen Temperatur in Framheim gegenüber Kap Evans, da Framheim bedeutend geringere Windstärke aufweist. Wenn wir diese Beziehungen verallgemeinern dürfen, so würde umgekehrt daraus folgen, daß die Windgeschwindigkeit in Framheim im Jahre 1911 zu gering war.

Das Steigen der Temperatur bei Stürmen ist auf das Vorhandensein höherer Temperatur in höheren Schichten zurückgeführt worden. Da dieser Vorgang die Regel ist, so muß auch die entsprechende Temperaturverteilung, d. h. Temperaturumkehrung, mit der Höhe sehr häufig sein oder vielleicht sogar das Normale sein. Die vier winterlichen Ballonaufstiege Simpsons haben in der Tat nun eine solche Temperaturverteilung ergeben, nämlich eine mittlere Temperaturzunahme in den untersten 1000 m, im Mittel um 5° C. Wie sieht es nun in der Höhe über der kalten Eisplatte aus? Messungen liegen darüber ja nicht vor, derartige Untersuchungen sind noch Zukunftsmusik. Ich kann mir aber trotzdem ein angenähertes Bild der dortigen Verhältnisse verschaffen, wenn ich von den folgenden Überlegungen und Voraussetzungen ausgehe.

[1]) Meteorol. Zeitschr. 1915, S. 377—379.

Die Eisplatte ist durchweg kälter als das Gebiet um den Mac Murdo-Sund. Das zeigen schon die gleichzeitigen Messungen bei Kap Armitage und der Discoverystation 1902/03; ferner unter andern sehr treffend die winterliche Schlittenreise Wilsons nach Kap Crozier im Juni bis August 1911; schließlich, als für einen noch längeren Zeitraum gültig, die Beobachtungen in Framheim. Gleichzeitig mit der Temperatur ist aber auch der Luftdruck vor allem im Winter in Framheim beträchtlich tiefer als bei Kap Evans. Diese beiden Tatsachen lassen sich nur unter der Voraussetzung in Einklang bringen, daß die mittlere Temperatur der Luftsäule über Framheim höher ist als über Kap Evans, trotz der tieferen Bodentemperatur in Framheim. Da es sich bei diesen Mittelwerten um stationäre Zustände handelt, ist dies eine notwendige Folgerung. Da nach den Ballonaufstiegen im Mac Murdo-Sund bereits Temperaturzunahme mit der Höhe herrscht, so muß demnach diese über der Eisplatte beträchtlich größer sein. Um auch einen quantitativen Einblick zu erhalten, nehme ich als weitere Beobachtungstatsache hinzu, daß die Zugrichtung der mittelhohen Wolken sowohl wie des Erebusrauches am häufigsten NW ist, während der häufigste Wind im Mac Murdo-Sund SO bis O ist, womit die vorherrschend östliche Windrichtung in Framheim gut übereinstimmt. In 4000 m Höhe muß also ein umgekehrtes Druckgefälle vorherrschen als am Boden. In irgendeiner Höhe dazwischen wird ein Ausgleich stattfinden, d. h. es wird der Druckunterschied verschwinden. Da in Framheim keine Zugrichtungen der Wolken bestimmt sind, liegt von dieser Seite keine Bestätigung vor, ob die Druckverteilung in der Höhe derartig ist. Im übrigen halte ich mich mit diesen Annahmen im Rahmen der Ausführungen von Meinardus[1]).

Mit diesen Voraussetzungen kann ich weitergehen. Ich nehme den Monat August, weil in ihm die Ballonaufstiege liegen. Als Ausgleichshöhe, in der der Druckunterschied verschwindet, nehme ich 2000 m an und führe zur Kontrolle die Rechnung auch für 3000 m durch. Ich berechne mir aus der Temperaturverteilung bei den Ballonaufstiegen nach graphischer Darstellung die mittlere Temperatur der Schicht von 0 bis 2000 m und finde sie $3^1/_2$° C höher als die Bodentemperatur. Diese Differenz bringe ich an dem beobachteten August-Monatsmittel bei Kap Evans von — 29.5° C an. Die mittlere Temperatur der 2000 m-Schicht wird also — 26.0° C. Der Luftdruck beträgt unten 741.3 mm. Nach der barometrischen Höhenformel

$$\Delta h = 67.25\ (273 + t) \lg \frac{b_0}{b_1}$$

oder umgeformt

$$\lg b_1 = \lg b_0 - \frac{\Delta h}{67.25\ (273 + t)}$$

erhalte ich nach Einsetzen der betreffenden Werte als Luftdruck in 2000 m Höhe 560.5 mm. Dieser Druck muß nach obigem auch über Framheim in 2000 m Höhe herrschen. Aus der barometrischen Höhenformel ergibt sich dann die mittlere Temperatur der untersten 2000 m über Framheim, wenn ich in die entsprechend umgeformte Formel

$$t = \frac{\Delta h}{67.25\ (\lg b_1 - \lg b_2)} - 273$$

$b_1 = 736.2$, $b_2 = 560.5$ mm, $\Delta h = 2000$ m einsetze. Ich erhalte — 19.7° C, während das Augustmittel am Boden — 44.8° C beträgt. Führe ich dieselbe Rechnung für 3000 m als Ausgleichshöhe durch, so bekomme ich als Mitteltemperatur der 3000 m-Schicht — 22.4° C. Das Resultat ändert sich dadurch wenig. Die Zahlen besagen, daß über der Eisplatte im Winter eine außerordentlich große Temperaturumkehrung herrscht. Im August 1911 betrug sie allermindestens 25 bis 30° C. Wenn ich auch den absoluten Werten der Zahlen keinen übermäßig großen Wert beilege, so dürfte auf jeden Fall der Sinn erhalten bleiben. Nehme ich z. B. Temperaturabnahme mit der Höhe um 0.5° C auf 100 m im Mac Murdo-Sund

[1]) u. a. Geographische Zeitschrift 1914, **20**, S. 18—34.

im August 1911 im Mittel an, so erhalte ich als Mitteltemperatur der 2000 m dicken Schicht über Framheim — 33.8° C, ein Wert, der immer noch 11° höher ist als die Augusttemperatur in Framheim und noch 3° höher als dem auf die fünfjährige Reihe reduzierten Mittel entspricht. Wir haben also selbst in diesem Fall noch eine nicht unbeträchtliche Bodeninversion. Daß im Mittel eine derartige Temperaturverteilung vorhanden ist, muß zunächst überraschen, da von keinem andern Punkt der Erde, selbst nicht aus dem Nordpolargebiet, wie u. a. A. Wegener[1]) gezeigt hat, eine derartige mittlere Temperaturverteilung herrscht. Aber nach den Erfahrungen, die ich selbst während der Deutschen Antarktischen Expedition in der Weddel-See machen konnte, halte ich das errechnete Resultat nicht nur dem Sinne nach, sondern auch den Zahlenwerten nach für durchaus wahrscheinlich. Bei dem Vorhandensein solcher Temperaturgegensätze in geringer vertikaler Erstreckung ist eine große Veränderlichkeit der Temperatur am Boden, auch abgesehen von den oben angeführten Gründen, wahrscheinlich.

Wende ich dieselbe Methode für den Sommer an, wo sowohl die Temperatur- als auch Luftdruckgegensätze zwar im selben Sinne, aber stark abgeschwächt vorhanden sind, so wird das Resultat ebenfalls eine Verringerung des vertikalen Gradienten sein müssen gegenüber den Verhältnissen bei Kap Evans. Die sechs sommerlichen Ballonaufstiege Simpsons fallen in die Monate November und Dezember. Ich nehme daher als Basiswerte das Mittel aus diesen beiden Monaten und erhalte als mittlere Temperatur der untersten 2000 m — 12.3° C, während das Bodenmittel in Framheim — 11.1° C beträgt. Unter Voraussetzung linearen Ganges erhalte ich als mittlere Temperaturabnahme für je 100 m 0.06° C, also einen sehr geringen Gradienten. Im Einzelfalle dürften viele Inversionen, sei es am Boden, sei es in der Höhe, vorhanden sein; ein Resultat, das auch Mohn aus den Beobachtungen Amundsens während der Polreise gezogen hatte. Wir können jetzt wohl allgemein sagen, daß die tiefe Temperatur der Eisplatte nur eine Erscheinung der untersten Luftschichten ist.

Über die meteorologischen Arbeiten der Deutschen Südpolar-Expedition 1901 bis 1903.

Im verflossenen Jahr ist mit der Herausgabe eines meteorologischen Atlas die Veröffentlichung des Beobachtungsmaterials abgeschlossen worden, das von der Deutschen Südpolar-Expedition selbst und von der mit ihr in Zusammenhang stehenden »Internationalen Meteorologischen Kooperation« zusammengetragen wurde. In diesem Stadium der Arbeiten dürfte es für die Leser dieser Zeitschrift erwünscht sein, einen Überblick über die bisherigen Veröffentlichungen der Expedition auf meteorologischem Gebiet zu erhalten. Daher entspricht der Unterzeichnete, unter dessen Leitung jene Arbeiten zustandegekommen sind, gerne dem Wunsche der Redaktion, kurz darüber Bericht zu erstatten.

Die meteorologischen Ergebnisse der Expedition sind in zwei Bänden und einem Atlas niedergelegt worden, die im Rahmen des gesamten, bisher 16 Bände und 2 Atlanten umfassenden »Südpolarwerkes«[2]) als Band III und IV bzw. als I. Atlas bezeichnet werden. Der eine, im Sommer 1913 abgeschlossene sogenannte Tabellenband (Band IV) enthält das zahlenmäßige Beobachtungsmaterial in tabellarischer Form, der andere, der Textband (Band III), ist den Untersuchungen gewidmet, die sich aus den Beobachtungen ergeben. Der Tabellenband gliedert sich in drei Hauptteile, welche die meteorologischen Beobachtungen

---

[1]) A. Wegener, Drachen- und Fesselballonaufstiege. Danmark Expedition nach Nordostgrönland. II. Nr. 1.

[2]) Titel des Werkes: Deutsche Südpolar-Expedition 1901 bis 1903. Herausgegeben von E. v. Drygalski. Berlin. D. Reimer.

1. an der Winterstation des »Gauß«, 2. an der Zweigstation auf Kerguelen und 3. auf der Seefahrt des »Gauß« enthalten. Für diese Veröffentlichung konnte das Schema der Stationen I. Ordnung angewandt werden, so daß man dort die stündlichen Werte der Hauptelemente der Witterung (Luftdruck, Lufttemperatur, absolute und relative Feuchtigkeit, Windrichtung und -Stärke, Bewölkung, Boden- bzw. Meerestemperatur) angegeben findet, und zwar für folgende Zeiträume: für die Winterstation des »Gauß« vom 19. Februar 1902 bis 18. Februar 1903 (unter Zuziehung von einigen Tagen der Eistrift des Schiffes), für die Kerguelen Station vom 8. Januar 1902 bis 15. Februar 1903, für die Seefahrt vom 22. August 1901 bis 23. November 1903 mit Ausnahme der Zeiten, in denen das Schiff in Häfen oder an der Winterstation lag.

Die im Textbande bisher veröffentlichten Untersuchungen behandeln zunächst die Witterungsverhältnisse an der Winterstation, die bekanntlich im indischen Quadranten des Südpolargebiets gelegen war (66° 2′ S-Br., 89° 38′ O-Lg. von Gr.). Wegen der außerordentlich günstigen, von lokalen Einflüssen freien Lage dieses Ortes war es möglich, die Ergebnisse der dortigen Beobachtungen in weitgehendem Maße zu verallgemeinern, wobei noch die zeitweiligen Beobachtungen an dem südlicher gelegenen Gaußberg gute Dienste leisteten. Darüber hinausgehend vermochte sich die Darstellung unter Verwendung der Ergebnisse der früheren und gleichzeitigen Südpolar-Expeditionen zu einer umfassenden Betrachtung über die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre im Bereich der höheren südlichen Breiten zu erheben. Die daraus abgeleiteten Schlußfolgerungen haben zu einer wesentlich anderen Auffassung über die Luftdruck- und Windverteilung und über den Wasserhaushalt im Südpolargebiet geführt, wie sie bis dahin üblich war[1]). Und wenn das neu gewonnene Bild auch noch in manchen Zügen einer Verbesserung fähig ist, so darf doch angesichts der z. B. von W. H. Hobbs dagegen geäußerten Bedenken mit Genugtuung darauf hingewiesen werden, daß u. a. auch die Ergebnisse der Amundsenschen Südpolar-Expedition nach der vor kurzem erschienenen eingehenden Bearbeitung von H. Mohn, wie dieser Forscher am Schlusse hervorhebt[2]), eine neue Bestätigung dafür gebracht haben.

Mit der eingehenden Durcharbeitung der an der Winterstation gesammelten Beobachtungen ist der wesentlichste Teil der Untersuchungen über die meteorologischen Ergebnisse der Deutschen Südpolar-Expedition selbst als erledigt anzusehen. Die noch nicht veröffentlichte Diskussion der Beobachtungen an der Kerguelen-Station und auf der Seefahrt des »Gauß« wird allerdings noch zu einigen interessanten Einzelergebnissen führen, aber kaum eine so allgemeine Bedeutung für die Aufklärung bisher unbekannter Verhältnisse gewinnen können, wie jene Beobachtungen am Rande der Antarktis.

Neben dem im engen Anschluß an die Expedition aufgestellten Arbeitsprogramm ist die Verwertung des Beobachtungsmaterials in Angriff genommen, das durch die Internationale Meteorologische Kooperation gesammelt wurde. Man wird sich erinnern, daß die meteorologische und erdmagnetische Erforschung des Südpolargebiets, die zu Anfang des Jahrhunderts von je einer deutschen, englischen, schwedischen, schottischen und französischen Expedition erstrebt wurde, dadurch eine breitere Grundlage erhielt, daß gleichzeitig mit diesen Unternehmungen an allen Observatorien und auf allen Schiffen, die südlich von 30° S-Br. bestanden bzw. fuhren, nach einem einheitlichen Plane Beobachtungen gemacht wurden. Die Anregung zu diesem internationalen Unternehmen war von deutscher Seite ausgegangen und besonders durch den rührigen, stets nach großen Gesichtspunkten drängenden Dr. Bidlingmaier gefördert worden, um dessen frühen, auf dem Felde der Ehre erlittenen Tod wir heute trauern. Die durch ihn und seine Fachgenossen organisierte internationale meteorologische und erdmagnetische Kooperation hat dann ein sehr wertvolles, die höheren südlichen Breiten umfassendes Beobachtungsmaterial geschaffen, das nach der Rückkehr der Expeditionen in Berlin und London zusammenkam.

[1]) Einen gedrängten Überblick über meinen Standpunkt findet man in der Geogr. Zeitschr. 1914: Aufgaben und Probleme der meteorologischen Forschung in der Antarktis. Vgl. auch Meteor. Zeitschr. 1911, S. 347 ff.

[2]) R. Amundsen, Antarctic Expedition. Scientific results. Meteorology by H. Mohn. Kristiania 1915, S. 76.

Die deutsche Kriegs- und Handelsmarine hat sich an diesem Unternehmen in anerkennenswerter Weise beteiligt, wofür auch bei dieser Gelegenheit noch einmal gedankt werden mag. Es handelte sich dabei um die Ausführung eines besonderen täglichen Beobachtungssatzes im Greenwicher Mittag neben den gewöhnlichen sechs Tagessätzen. Das so gewonnene Material hat sich dann noch dadurch wesentlich erweitern lassen, daß aus den meteorologischen Schiffsjournalen bei der Deutschen Seewarte Beobachtungswerte interpoliert werden konnten, die zur weiteren Verarbeitung verwendbar waren.

In Gemeinschaft mit Professor Dr. Mecking-Kiel hat dann der Referent das gesamte Material zu einer synoptischen Darstellung der Witterungsverhältnisse für die Zeit vom 1. Oktober 1901 bis 31. März 1904 benutzt. So entstand der eingangs erwähnte Meteorologische Atlas, der die 913 täglichen Wetterkarten jenes Zeitraums für die Zone zwischen 30° und 70° S-Br. (in Mercator-Projektion) enthält. Die umfangreichen Vorarbeiten, die zur Sammlung der Beobachtungen und zur Herstellung der Karten notwendig waren — im Ganzen sind etwa 100000 Beobachtungssätze mit je 6 Einzelwerten darin niedergelegt —, sowie die Methoden der Bearbeitung haben wir in einer besonderen Abhandlung des Textbandes unter dem Titel: »Das Beobachtungsmaterial der Internationalen Meteorologischen Kooperation und seine Verwertung nebst Erläuterungen zum Meteorologischen Atlas« eingehend geschildert (Bd. III, 2. Hälfte, 1. Heft, 1911). Die Verteilung des Beobachtungsmaterials nach Zeit und Raum innerhalb der genannten Beobachtungszeit und Zone ist naturgemäß eine ungleichmäßige gewesen, so daß die Wetterkarten entsprechende Lücken aufweisen. Trotzdem kann wohl behauptet werden, daß die Karten eine geeignete Grundlage für eine vielseitige und fruchtbare Diskussion der Witterungserscheinungen in den höheren südlichen Breiten darbieten werden. Diese Untersuchungen sind noch nicht zum Abschluß gebracht, doch ist bereits eine ausführliche Arbeit aus den 51 Monatskarten des Luftdrucks hervorgegangen, die mit Hilfe der täglichen Wetterkarten entworfen und ebenfalls im Atlas veröffentlicht wurden. Sie stammt aus der Feder Meckings und behandelt »Die Luftdruckverhältnisse und ihre klimatischen Folgen in der atlantisch-pazifischen Zone südlich von 30° S-Br.« (Bd. III, 2. Hälfte, 2. Heft, 1911). Darin wird der Nachweis geführt, daß enge Beziehungen zwischen den Witterungserscheinungen über der Westantarktis (Grahamland, Weddellmeer, Belgica-Meer) und über Südamerika bestehen, Beziehungen, die z. T. auf die wechselnden Eisverhältnisse der beiden genannten Meere zurückgehen.

So hat sich über den engeren Rahmen der Deutschen Südpolar-Expedition hinaus durch die internationale Kooperation das Arbeitsfeld über die ganze südliche gemäßigte Zone erweitert und ist eine Verknüpfung von unzähligen Einzelbeobachtungen herbeigeführt, die von Beobachtern aller seefahrenden Nationen nach gemeinschaftlichen Gesichtspunkten zusammengetragen wurden. Deshalb darf der Meteorologische Atlas auch als ein bemerkenswertes Denkmal internationaler Friedensarbeit gelten, dessen Vollendung unter den erschütternden Ereignissen des Weltkrieges freilich nur mit einem gewissen Gefühl der Wehmut angezeigt werden kann. W. Meinardus.

Beobachtungen über die Sichtigkeit der Luft.

Von Kapt. G. Reinicke.

Ein Gegenstand, mit dem sich die Meteorologie verhältnismäßig wenig beschäftigt hat, der aber für den Seemann, den Soldaten und namentlich auch für den Luftschiffer außerordentlich wichtig ist, ist die Sichtigkeit der Luft. Die Angaben darüber beschränken sich in den meteorologischen Tagebüchern fast ausschließlich auf die (mehr oder weniger unterstrichenen) drei Vermerke: sehr sichtig (v), dunstig (m) und neblig (f), wohinzu dann noch als vierter, gewissermaßen selbstverständlicher und daher nicht besonders anzugebender Sichtigkeitszustand auch noch die gewöhnliche Sichtigkeit käme.

Aber, was ist gewöhnliche Sichtigkeit? Wann ist sie vorhanden oder unter was für Bedingungen pflegt sie einzutreten?

Die Beantwortung dieser Fragen hängt offenbar ab vom Ort, von der Jahreszeit und von der Tageszeit (dabei ist wegen der Schwierigkeit von Angaben über Sichtweiten bei Nacht, als Tageszeit zunächst nur die Zeit gemeint, während der die Sonne ihren Tagbogen beschreibt).

Wie verschieden der Begriff der gewöhnlichen Sichtweite sein wird, je nachdem man dabei an die Luft über unseren norddeutschen Flußmündungen denkt oder an die fast immer durchsichtige Luft gewisser subtropischer Gebiete, leuchtet ohne weiteres ein. Aber auch die Begriffe v = sehr sichtig, m = dunstig, f = neblig — von durch Unterstreichen bezeichneten Stärkegraden ganz abgesehen — sind alles andere als eindeutig. Die Aufzeichnungen werden ganz nach der jeweiligen Auffassung der Beobachter gemacht. Bekannt ist, wie verschiedene Angaben über Sichtweiten z. B. vor den Seeämtern gemacht werden, und bekannt sind auch Klagen über Nichtabgeben von Nebelsignalen durch die Nebelsignalstellen bei dickem Wetter. Man hat das Nichtabgeben von Nebelsignalen wohl der Trägheit der Wärter zugeschrieben; wenn man sich aber überlegt, daß diese vielerorts für das Abgeben von Nebelsignalen besonders bezahlt werden, so wird man es vielmehr der Unsicherheit bei der Beurteilung der Sichtigkeitsverhältnisse zurechnen müssen. Um zunächst einmal zu bestimmteren Angaben zu kommen, sind vom Verfasser von April 1915 bis April 1916 regelmäßig um $9^1/_2$ Uhr vorm. von der Deutschen Seewarte aus Beobachtungen angestellt, und zwar wurde als Sichtweite für ein Seemannsauge vermerkt:

Sichtweite	wenn von der Seewarte aus	Entf. in Metern
0,	der obere Turm der Landungsbrücke nicht zu sehen war . .	(150)
1,	« « « « « erkennbar war	150
2,	« Tunnelturm auf Steinwärder « «	600
3,	das Elbdock von Blohm & Voß « «	1 100
4,	« Gerüst « « « « « «	1 300
5,	der Riesenkran von Blohm & Voß « «	1 370
6,	das Gerüst der Vulkanwerft « «	2 500
7,	der Köhlbrandstrand « «	2 800
8,	die Mühle und der Wasserturm auf Finkenwärder erkennbar waren	6 000
9,	der Kamm der Haake erkennbar war	11 000
10,	der Kamm der Höhe hinter Neukloster erkennbar war . . .	26 000

Die Entfernungen sind aus der Karte entnommen. Bessere Abstufungen und größere Entfernungen als 26 km boten sich nicht dar.

Da vom 1. April 1915 bis zum 31. März 1916 nur an 311 Tagen Beobachtungen vermerkt sind (durchschnittlich an 26 Tagen im Monat), so wurden die angeschriebenen Sichtweiten zunächst in Prozenten ausgedrückt, was die folgende Tabelle ergibt.

Tabelle 1.

Häufigkeit der Sichtweiten in % um $9^1/_2$ Uhr M. E. Z. von der Seewarte aus. 1915/16.

Sichtweite	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1915											
April	48	10	16	10	—	16	—	—	—	—	—
Mai	61	21	7	7	—	—	—	—	4	—	—
Juni	68	14	18	—	—	—	—	—	—	—	—
Juli	73	10	7	7	—	3	—	—	—	—	—
August	35	42	8	7	—	4	—	—	4	—	—
September	11	30	22	15	7	11	—	—	4	—	—
Oktober	3	3	10	44	11	10	—	3	7	3	3
November	12	4	13	25	13	8	4	4	4	13	—
Dezember	8	24	4	16	28	—	12	—	—	4	4
1916											
Januar	9	35	13	22	4	0	—	—	9	4	4
Februar	13	8	4	34	8	4	13	—	8	4	4
März	0	19	15	11	0	26	11	—	15	3	0
Jahr	28	19	11	16	6	7	3	1	5	3	1

Wäre täglich beobachtet worden, so ergäbe sich daraus die

Tabelle 2. **Zahl der Tage mit Sichtweiten.**

Sichtweite	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1915											
April	14	3	5	3	—	5	—	—	—	—	—
Mai	19	7	2	2	—	—	—	—	1	—	—
Juni	21	4	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Juli	23	3	2	2	1	—	—	1	—	—	—
August	11	13	3	2	—	1	—	1	1	—	—
September	3	9	7	5	2	3	—	—	1	—	—
Oktober	1	1	3	14	4	3	—	—	2	1	1
November	4	1	4	8	4	2	1	—	1	4	—
Dezember	2	8	1	5	9	—	4	—	1	1	—
1916											
Januar	3	11	4	7	1	—	—	—	3	1	1
Februar	4	2	1	10	2	1	4	—	2	1	1
März	0	6	5	3	0	8	3	—	5	1	—
Jahr	105	68	42	61	23	23	12	2	19	9	3

Um die Änderungen der Sichtweiten mit der Jahreszeit noch deutlicher hervorzuheben, wurden mit den tatsächlich angestellten Beobachtungen als Unterlage die folgenden mittleren Sichtweiten berechnet.

Mittlere Sichtweiten um $9^1/_2$ Uhr vorm. in Kilometern.

	1915									1916		
	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dezbr.	Januar	Febr.	März
km	8.5	12.5	18.5	12.5	9.5	7.7	2.5	1.3	2.7	7.1	6.1	5.7

In diesen Zahlen zeigt sich eine verhältnismäßig regelmäßige Schwankung der Sichtweite mit einem Höchstbetrage (18.5 km) im Juni und einem Mindestbetrage (1.3 km) im November; aber es fällt sofort auf, daß der regelmäßige Verlauf der Sichtigkeitskurve durch eine hohe Zahl im Januar und durch eine niedrige im März (1916) beeinträchtigt wird. Die Ursache davon wird klar, wenn man zu den 23 tatsächlich angestellten Sichtweitenbeobachtungen im Januar 1916 (um $9^1/_2$ Uhr vorm.) die Windbeobachtungen bringt. Es entfallen dann nämlich 19 Beobachtungen auf mäßige bis starke westliche, drei Beobachtungen auf leichte bis schwache östliche Winde und eine Beobachtung — mit Sichtweite 0, also starkem Nebel — auf Windstille. Der März dagegen mit verhältnismäßig zu niedriger Sichtweite hat sich durch Vorherrschen östlicher, im allgemeinen schwacher Winde ausgezeichnet. Die größeren Sichtweiten haben bei den westlichen, die geringeren bei den östlichen Winden stattgefunden.

Diese Tatsachen führen dazu, die Windverhältnisse mit den beobachteten Sichtweiten in Verbindung zu bringen, und dabei stellen sich — immer wurden die Sichtweiten um $9^1/_2$ Uhr, der Wind schon um 8 Uhr beobachtet — die folgenden monatlichen Verhältnisse heraus.

1915. April. Ziemlich gleichmäßig auf alle vier Kompaßviertel verteilte, leichte bis höchstens mäßige Winde. — Die Sichtweiten 10 bis 7 = 26 bis 3 km sind bei Winden aus allen Richtungen und von Stärke 2 bis 4, die Sichtweiten 5 = 1.4 km sind bei leisen bis höchstens schwachen östlichen Winden notiert.

Mai. Die östlichen Winde haben im Verhältnis von 3 : 1 überwogen und nur einmal die Stärke 4 erreicht, meistens nur Stärke 2. — Die vier Beobachtungen mit den kleinen Sichtweiten 7 bis 8 = 3 bis 6 km sind bei leichten östlichen und bei leichten westlichen Winden vorgekommen; nur einmal herrschte bei der Sichtweite von 6 km Südwind, Stärke 7.

Juni. Die östlichen Winde haben sich zu den westlichen wie 17 : 11 verhalten, die östlichen, unter denen südöstliche überwiegen, waren im allgemeinen

leicht und haben die Stärke 5 nur einmal erreicht, die westlichen Winde, unter denen nordwestliche überwogen haben, waren durchschnittlich kräftiger als die östlichen, haben aber die Stärke 5 nur einige Male erreicht. — Die Sichtweite 10 = 26 km ist gleich oft bei westlichen wie bei östlichen Winden vorgekommen. Die geringeren Sichtweiten 9 bis 8 = 11 bis 6 km haben nur bei leisen bis schwachen östlichen Winden stattgefunden.

Juli. Die westlichen Winde haben sich zu den östlichen wie 21 : 8 verhalten, die westlichen haben nur einmal die Stärke 6 erreicht, die östlichen nur einmal die Stärke 4. — Bei SW 6 wurde Sichtweite 9 = 11 km notiert. Die Sichtweite 5 = 1.4 km fand bei SO 3 und Regen statt.

August. Die westlichen Winde haben sich zu den östlichen wie 18 : 7 verhalten und haben nur einmal die Stärke 5 erreicht. Die östlichen Winde sind durchweg mit Stärke 2 notiert. — Die Sichtweite 5 = 1.4 km fand bei NW 3, die Sichtweite 2 = 0.6 km fand bei SW 2 statt.

September. Die westlichen Winde haben sich zu den östlichen — vorherrschend südöstlichen — wie 11 : 14 verhalten und haben nur einmal die Stärke 5 erreicht. — Die kleinen Sichtweiten 5 bis 6 = 1.4 bis 2.5 km haben bei sehr leisem Zuge, die ganz kleine Sichtweite 1 = 150 m hat bei Windstille stattgefunden.

Oktober. Die westlichen Winde haben sich zu den östlichen wie 7 : 23 verhalten. Die westlichen haben nur die Stärke 3, die östlichen nur einmal die Stärke 5 erreicht. — Die geringen Sichtweiten 1 bis 5 = 150 m bis 1.3 km haben bei leisem Zuge stattgefunden, ebenso die Sichtweite 0, d. h. weniger als 150 m.

November. Die westlichen Winde, vornehmlich südwestliche, haben sich zu den östlichen, vornehmlich südöstlichen, wie 15 : 9 verhalten. Die westlichen haben die Stärke 6, die östlichen haben nur die Stärke 3 erreicht. — Die Sichtweiten 10 = 26 km haben bei westlichen schwachen bis starken Winden stattgefunden. Die Sichtweiten 5 = 1.4 km haben bei leichten östlichen und die Sichtweiten 1 = 150 m haben bei leichten südwestlichen Winden stattgefunden.

Dezember. Die westlichen, ausschließlich südwestlichen Winde haben sich zu den östlichen, mit einer einzigen Ausnahme südöstlichen Winden wie 10 : 13 verhalten. — Die kleinen Sichtweiten 1 und 2 = 150 m und 0.6 km sind bei Windstille und schwachem SO vorgekommen. Die auch noch geringen Sichtweiten 4 = 1.3 km fanden bei leichter Brise oder Windstille, dagegen die beiden großen Sichtweiten 10 = 26 km bei südwestlichen Winden der Stärken 5 und 7 statt.

1916. Januar. Vgl. oben S. 331.

Februar. Die westlichen Winde haben sich zu den östlichen wie 9 : 15 verhalten, die westlichen waren die frischeren und haben Stärke 6, die flaueren östlichen haben nur die Stärke 4 erreicht. — Die Sichtweite 0 = weniger als 150 m, also recht dichter Nebel, hat bei ganz leisem Zuge, die kleinen Sichtweiten 1 bis 2 = 150 m bis 0.6 km haben bei leichten Winden stattgefunden.

März. Vgl. oben S. 331.

Versucht man, aus der Nebeneinanderstellung der Sichtweiten und Winde allgemein Gültiges abzuleiten, so finden sich, als am meisten hervortretend, wohl die alten Erfahrungen bestätigt,

1. daß im allgemeinen die größeren Sichtweiten bei kräftigeren, die geringen Sichtweiten bei schwächeren Winden stattgefunden haben, und

2. daß die größeren Sichtweiten bei westlichen, die geringeren bei östlichen Winden eingetreten sind.

Dabei fallen aber in bezug auf die Jahreszeiten sofort beträchtliche Unterschiede auf. Nämlich:

3. Im Sommer (Juni und Juli) haben die großen Sichtweiten 10 = 26 km recht oft bei schwachen westlichen wie östlichen Winden stattgefunden.

4. Im Winter haben die großen Sichtweiten zwar auch bei schwachen, aber niemals bei schwachen östlichen, sondern nur bei schwachen westlichen Winden stattgefunden.

5. Im Sommer sind die geringen Sichtweiten seltener und bei Westwind nur eingetreten, wenn die Sichtigkeit vorübergehend durch eine Böe beeinträchtigt wurde.

6. Im Winter sind geringe Sichtweiten bei östlichen Winden, selbst bei mäßigen bis frischen, als Regel anzusehen. Sie kommen im Winter aber auch bei schwachen westlichen Winden vor.

Wenn sich auch wegen des dürftigen Beobachtungsmaterials weiteres Eingehen, z. B. die Untersuchung der Beziehungen zwischen Sichtweiten und Feuchtigkeit der Luft oder Bewölkung oder Niederschlägen verbietet, so mögen doch noch einige Wahrnehmungen hierhergesetzt werden, die, angeregt durch die Frühbeobachtungen der Sichtweite, gemacht worden sind.

Zunahme der Sichtweite mit der Tageszeit war im Sommer häufig. Nicht selten, wenn um $9^1/_2$ Uhr kleine Sichtweiten waren, wobei höchstens der Haake-Kamm (11 km) erkannt worden war, trat nach kurzer Zeit, zuweilen schon nach weniger als $^1/_2$ Stunde, die Höhe über Neukloster (26 km) hervor, ohne daß der meistens schwache Wind zugenommen hätte. In der Mittagszeit wurde dann auch wohl gesehen, wie der Rauch eines Fabrikschlotes hinter Neukloster und dem Kamm dort in nur wenig geneigter Richtung, also bei schwachem Winde, aufstieg. Solche Erscheinungen sind im Winter nicht beobachtet worden; die Zunahme kleiner Sichtweiten bei zunehmender Tageszeit trat im Winter gewöhnlich nur mit zunehmendem Winde ein.

Abnahme der früh beobachteten Sichtweite, namentlich wenn sie verhältnismäßig groß war, trat im Sommer — abgesehen von vorüberziehenden Schauern — wohl am häufigsten bei südöstlichem bis südlichem Winde ein, wenn Neigung zu Regen- oder Gewitterbildung vorhanden zu sein schien; die Abnahme der Sichtweite fand dann (so weit beobachtet worden ist) zuerst im Westen statt. Im Winter hingen auffällige Abnahmen der früh beobachteten Sichtweiten fast ausnahmslos mit einem Abflauen des Windes zusammen.

Größere Sichtweiten als 26 km konnten wegen der Begrenzung des Horizontes durch den Kamm hinter Neukloster (abgesehen vom Rauch eines Fabrikschornsteins) nicht beobachtet werden, offenbarten sich aber durch klares Hervortreten der Landschaft, der Turmspitze von Buxtehude u. a., am häufigsten bei frischen nordwestlichen bis nördlichen Winden, meistens nach dem Vorüberziehen eines Tiefs.

Die vorstehende, kleine Arbeit macht auf Gründlichkeit keinen Anspruch, vielleicht regt sie aber zu Beobachtungen auf einem Gebiet an, das sicherlich mehr Beachtung verdient, als ihm bisher geschenkt ist. An vielen Stellen ist es möglich, beobachtete Sichtweiten in Kilometern anzugeben. Wenn nur einmal die Entfernungen verschiedener Objekte festgestellt sind, genügt schon die Niederschrift einer Zahl, und es dürfte zweifellos sein, daß aus einer großen Zahl solcher Angaben, namentlich wenn die Beobachtungen auch zu verschiedenen Tageszeiten, vielleicht in Verbindung mit den sonstigen meteorologischen Beobachtungen angestellt werden, nicht nur wertvolle Anhaltepunkte für die Praxis — Nebelsignale usw. — abgeleitet, sondern auch neue Gesichtspunkte für die Wissenschaft gewonnen werden können.

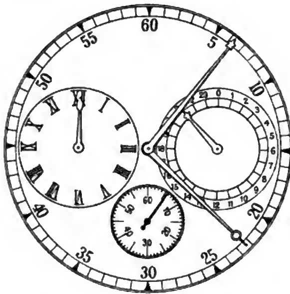
Eine Taschenuhr, die gleichzeitig mittlere Sonnenzeit und Sternzeit angibt.

Von erheblichem Wert für alle, die sich mit Zeit- und Ortsbestimmungen zu beschäftigen haben, also für Astronomen, Geodäten, Nautiker und wohl auch für Luftschiffer, ist eine neue Taschenuhr, die von Prof. Dr. Strömgren, dem Direktor der Kopenhagener Sternwarte, und dem dänischen Mechaniker Jens Olsen konstruiert ist. Die Uhr gibt gleichzeitig mittlere Sonnenzeit und Sternzeit an, und zwar in der Weise, daß die beiden Zeiten beliebig gemeinsam oder einzeln für sich verstellt werden können. Ihre Konstruktion beruht auf folgenden Überlegungen:

Das astronomische Jahr enthält 365.2422 mittlere Sonnentage und 366.2422 Sterntage. Das auf den Bruch 366 : 365 abgerundete Verhältnis dieser Tage gibt einen brauchbaren Wert für die Entwerfung der technischen Anordnung der Uhr.

Äußerlich unterscheidet sich die Uhr von anderen ihrer Art dadurch, daß nur die beiden Minutenzeiger über das große Zifferblatt spielen, während für die Stundenzeiger und den Sekundenzeiger besondere Zifferblätter vorgesehen sind (s. Figur). Die für Sonnenzeit bestimmten Zeiger sind durch das Zeichen ☉, die für Sternzeit bestimmten durch einen Stern gekennzeichnet.

Das Sonnenzeitminutenrohr trägt an der einen Seite den entsprechenden Minutenzeiger und an der anderen ein Zahnrad A mit 36 Zähnen. Dieses greift in ein Zahnrad B mit 73 Zähnen ein. Ein drittes Zahnrad C, das mit B konzentrisch liegt, wird durch eine Feder gegen B gedrückt, so daß unter gewöhnlichen Verhältnissen B und C gemeinsam laufen. Doch kann durch eine Schieber-Hebelkonstruktion die durch die erwähnte Feder verursachte Verbindung zwischen B und C gelöst und damit C von B unabhängig gemacht werden. Das Rad C hat 61 Zähne und greift in ein Zahnrad D mit 30 Zähnen ein. D sitzt auf einem Rohr, das sich um das Sonnenzeitminutenrohr drehen kann und den Sternzeitminutenzeiger trägt. Die Übersetzung zwischen A und D wird dann durch das Verhältnis 36.61 : 30.73 = 366 : 365 dargestellt. Der Sternzeitminutenzeiger geht also ungefähr in einer Sternzeitstunde einmal um das große Zifferblatt herum, während der andere Minutenzeiger hierfür eine mittlere Sonnenstunde braucht.



Für die Übertragung der Bewegung auf den Sonnenzeitstundenzeiger dienen Übersetzungen, die durch das Verhältnis $\frac{36}{54} \cdot \frac{8}{64} = \frac{1}{12}$ dargestellt werden, für die Übertragung auf den Sternzeitstundenzeiger Übersetzungen von dem Verhältnis $\frac{30}{60} \cdot \frac{6}{72} = \frac{1}{24}$. Der Sonnenzeitstundenzeiger vollendet also den zwölften Teil, der Sternzeitstundenzeiger den vierundzwanzigsten Teil eines Umlaufes, wenn die entsprechenden Minutenzeiger je einmal herumgehen.

Der Fehler, der dadurch entsteht, daß statt der richtigen Übersetzung 366.2422 : 365.2422 die genäherte 366 : 365 gewählt wurde, bewirkt ein Vorauseilen der Sternzeituhr um 57.294 Sekunden im Jahr, oder von ungefähr 5 Sekunden im Monat. Durch einen Hebelarm, der durch einen Schieber nach Art der bei Repetieruhren verwandten bewegt werden kann, läßt sich das Zahnrad C nebst allen mit ihm in Verbindung stehenden Rädern zum Stehen bringen. Man kann also die beiden Sternzeitzeiger stillstehen lassen, während das Rad B, das nur durch eine schwache Feder gegen C gedrückt wird, weiterläuft. Mit ihm setzen die Sonnenzeitzeiger ihren Gang fort.

Der Vorteil dieser Anordnung, die einmal die beiden Zeiten miteinander koppelt, das andere Mal beide voneinander unabhängig macht, ist sehr wesentlich und einleuchtend. Hat z. B. die mittlere Sonnenzeit der Uhr einige Minuten und Sekunden verloren oder gewonnen, so stellt man die Sonnenzeitzeiger einfach vorwärts oder rückwärts, und dann korrigiert sich die Sternzeit ganz von selbst mit. Will man aber den schon erwähnten Fehler ausgleichen, der durch die Anwendung der nicht genauen Übertragung 366 : 365 (statt 366.2422 : 365.2422) entstanden ist, so stellt man die Sternzeitzeiger unter Betätigung des Schiebers und Hebels unabhängig zurück, also alle Jahre um 57 Sekunden oder, wenn man größere Genauigkeit wünscht, alle Monate um 5 Sekunden. Für Überschlagsrechnungen genügt eine einmalige Richtigstellung

jedes Jahr. Weiter aber ist man in der Lage, die beiden Zeiten auf zwei verschiedene Meridiane zu beziehen, die Sonnenzeit z. B. nach Greenwicher, die andere nach Ortszeit gehen zu lassen. — Hat die Uhr eine Zeitlang stillgestanden, so ist es notwendig, sowohl die Sternzeitzeiger als auch die Sonnenzeitzeiger wieder richtig einzustellen. Man stellt in der gewöhnlichen Weise, ohne auf den Hebelarm einzuwirken, die Sternzeitzeiger auf eine bestimmte Sternzeit ein. Dann hält man sie durch den Schieber fest und rückt die Sonnenzeitzeiger an die richtige Stelle.

Die Uhr würde meines Erachtens an Wert gewinnen, wenn sie noch einen zweiten Sekundenzeiger bekäme, also je einen für Sonnen- und Sternzeit. Doch ist sie auch in der jetzigen Anordnung für verschiedene Zwecke der Nautik von Nutzen, besonders für Überschlagsrechnungen, bei denen nur die Genauigkeit der Minute verbürgt sein soll, z. B. für die Einstellung des Sextanten auf zu beobachtende Gestirnshöhen, für Deviationsbestimmungen und dergleichen mehr. — Wenn nach Beendigung des Weltkrieges für die Seeschiffe vielleicht Gelegenheit gegeben ist, täglich auf der ganzen Erde ein oder mehrere funkentelegraphische Zeitsignale zu erhalten, könnte die Uhr, deren Preis sehr mäßig ist, sehr wohl die teuren Schiffschronometer ganz entbehrlich machen. Man würde das mit dem Sekundenzeiger verbundene Sonnenzeitwerk nach Zonenzeit, also auf See am besten nach mittlerer Greenwichzeit gehen lassen und durch die funkentelegraphischen Zeitsignale täglich unter Kontrolle halten und das Sternzeitwerk entweder täglich auf Ortssternzeit einstellen oder auch nach Greenwicher Sternzeit gehen lassen. Die Anbringung des Längenunterschiedes macht ja keine Schwierigkeiten. Aber auch andere Kombinationen zwischen Sonnenzeit und Sternzeit sind möglich, und dieser Umstand gibt der Uhr sehr vielseitige Verwendungsmöglichkeiten.

Besondere Bedeutung hat die Uhr aber in pädagogischer Beziehung, also in erster Linie für den Unterricht an Seefahrtschulen. Erfahrungsgemäß machen die zahlreichen Rechenübungen, die für die Sicherheit in der Anwendung der nautischen Methoden unumgänglich nötig sind, das Arbeiten der Schüler schließlich so mechanisch, daß das Verständnis oft darunter leidet. Der Schüler prägt sich durch diese Übungen meist ein bestimmtes Rechenschema ganz mechanisch ein und verliert dadurch den Blick für die Zusammenhänge der Größen, mit denen er automatisch arbeitet. Die dauernde Benutzung der Uhr ist nun ein ausgezeichnetes Mittel, um das Verständnis der Schüler für so fundamentale Begriffe der Astronomie, wie Sternzeit und Sonnenzeit es sind, dauernd wach zu erhalten. Der Schüler sieht den verschiedenen Stand beider Uhrzeiger auf einem Zifferblatt vereinigt und bemerkt bei täglicher Beobachtung deutlich das raschere Vorwärtsschreiten der Sternzeitzeiger gegen die Sonnenzeitzeiger und das zyklische Auseinandergehen und Wiederannähern im Laufe des Jahres und wird durch diese Beobachtung zum Nachdenken angeregt und zu tieferem Verständnis hingeleitet. Diese Verbindung von Anschauung und Überlegung ist pädagogisch sehr wertvoll, und schon der Hinblick auf sie empfiehlt die Einführung der Uhr in den Unterricht der Seefahrtschulen, ganz abgesehen von der rechnerischen Erleichterung, die durch sie geboten wird. Dr. J. Möller, Elsfleth.

Die Häfen der britischen Kolonie Neufundland.

(Amtlich) [Fortsetzung.]

3. Häfen am südlichen Teile der Ostküste Neufundlands.

Conception-Bucht (Fortsetzung von S. 224).

Spaniards-Bucht, südlich von Grace-Hafen, ist 1 Sm breit und in westsüdwestlicher Richtung $3^1/_2$ Sm lang. Die Nordseite der Bucht ist im allgemeinen bis auf kurzen Abstand davon rein.

Der einzige sichere **Ankerplatz** befindet sich nördlich von der Green-Huk, die nahe beim inneren Ende der Bucht zu 34 m (112′) Höhe ansteigt. Man ankert

hier auf 7.3 m bis 15 m (4 bis 8 Fad.) Wasser, muß aber die Green-Huk in einer westlicheren Peilung als rw. 195° (mw. SW) halten, um eine 2.7 m (9′)-Stelle zu meiden. Die Südseite der Bucht ist bei nordöstlichen Stürmen schwerer See ausgesetzt, und Klippen erstrecken sich auf ihrem östlichen Teil 1 Kblg weit von der Küste; weiter drinnen reicht flaches Wasser 1 Kblg und im innersten Ende der Bucht sogar 2 Kblg weit vom Lande.

Tiden. Die Hafenzeit für die Spaniards-Bucht ist 7h 45min, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.3 m (4¼′), die Nipphochwasserhöhe 0,9 m (3′).

Eine Eisenbahnstation ist an der Straße beim innersten Ende der Bucht.

Roberts-Bucht, durch eine 3¾ Sm lange Halbinsel von der Spaniards-Bucht getrennt, ist etwa 3½ Sm lang und beinahe 1 Sm breit. **Roberts-Hafen,** nördlich von der Coldeast-Bucht im innersten Ende der Roberts-Bucht, bietet sicheren Ankerplatz und ist leicht zu erreichen. Er ist in westsüdwestlicher Richtung 1 Sm lang und durchschnittlich 2 Kblg breit, seine Wassertiefe beträgt in der Einfahrt 18 m (10 Fad.) und nimmt nach innen allmählich ab, der Grund besteht aus gut haltendem Schlick.

Die Mad-Huk ist die nordwestliche Einfahrtshuk der Roberts-Bucht. Von der Nordostseite der Mad-Huk erstrecken sich die 3.7 m (12′) hohen Mad-Klippen etwa ½ Sm weit nach Nordosten, und unebener Grund mit weniger als 18 m (10 Fad.) Wasser darüber erstreckt sich von den Klippen aus noch 6 Kblg weiter nach Nordosten. Bei östlicher Dünung rollt über diese Bank Seegang, der an den Klippen brandet, und bei stürmischem Wetter muß man mindestens 1 Sm von der Huk entfernt bleiben, solange man sie südwestlich peilt. Das 41 m (134′) hohe Jergius-Eiland mit einem runden Gipfel liegt etwa 1 Sm innerhalb der Mad-Huk, 2 Kblg vor der Küste.

Die Green-Huk ist die südöstliche Einfahrtshuk der Roberts-Bucht. Eben nördlich von der Huk ragen die Southern-Klippen 4.3 m (14′) aus dem Wasser, und unebener Grund erstreckt sich 2 Kblg weit von der Huk.

Die Südostseite der Roberts-Bucht ist bis auf 1 Kblg Abstand vom Lande unrein, und es befindet sich dort kein sicherer Ankerplatz.

Eis. Die Roberts-Bucht friert gelegentlich zu und füllt sich mit Eis.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere“ 1914, Heft V, Titel VI.

Mehrere Ladebrücken sind im Roberts-Hafen, an denen bis zu 3.7 m (12′) tiefgehende Schiffe bei jedem Stand der Tide liegen können.

Die **Stadt** ist an der Nordseite des Roberts-Hafens angelegt und zählt 2226 Einwohner. Zwei Kirchen und mehrere Fischereianlagen sind vorhanden.

Die Eisenbahnstation ist etwa 3 Kblg südwestlich vom innersten Ende Roberts-Hafens, telegraphische Verbindung ist vorhanden.

Grave-Bucht, durch eine Halbinsel von der Roberts-Bucht getrennt, ist in südwestlicher Richtung 4.3 Sm lang und durchschnittlich ¾ Sm breit. Die Blowmedown-Huk ist die nördliche, die 1.6 Sm südlich davon liegende Burnt-Huk die südliche Einfahrtshuk.

Die Burnt-Huk ist 55 m (181′) hoch und kleine Buchten liegen westlich und südlich davon. Die Sopers-Klippe liegt 1 Kblg nördlich vom nördlichen Teil dieser Huk 0,6 m (2′) unter Wasser, und etwa 1 Kblg vor der Südseite der Huk liegen einige Klippen 1.8 m (6′) unter Wasser, andere über Wasser. Man sollte deshalb an die Huk nicht näher als auf ½ Sm heranlaufen.

Ankerplätze. Die Ship-Bucht liegt 4 Kblg westlich von der Blowmedown-Huk und bietet nur geringen Schutz. Kleine Schiffe ankern im Sommer vor der Bucht auf 18 m (10 Fad.) Wasser, von wo aus die Kirche von Gravehafen, die mitten zwischen der Ship-Bucht und dem Hafen Grave liegt, rw. 296° (mw. NWzN) peilt.

Der Hafen Grave liegt ¾ Sm westlich von der Blowmedown-Huk und ist 1.8 m bis 2.7 m (6′ bis 9′) tief. Kleine Schiffe ankern dort im Sommer vor dem Dorfe, 123 m vom Lande auf 18 m (10 Fad.) Wasser, von wo aus die Kirche rw. 330° (mw. N) und 353° (mw. NNO) peilt.

Die Cupids-Bucht liegt an der Südseite der Grave-Bucht, an der Südostseite der bemerkenswerten 101 m (330′) hohen Spectacle-Huk. Sie ist in südwest-

licher Richtung etwa 3/4 Sm lang und etwa 2 Kblg breit. Eine flache Barre liegt nahe beim innersten Ende quer über die Bucht. Kleine Schiffe ankern auf 5.5 m bis 15 m (3 bis 8 Fad.) Wasser über Schlick und Sand. Es setzt nur wenig See in die Bucht hinein, obwohl sie nach der See zu offen ist.

Innerhalb der Cupids-Bucht hat die Küste der Grace-Bucht keine abliegenden Untiefen, aber auch keine geschützten Ankerplätze.

In das innerste Ende der Grave-Bucht münden die Flüsse North Gut und South Gut. Boote können bei Hochwasser hinein und noch eine beträchtliche Strecke stromaufwärts fahren.

Brigus-Bucht. Die North-Huk ist die nördliche Einfahrtshuk der Brigus-Bucht und liegt 1.4 Sm südlich von der Burnt-Huk. Die Bucht ist in westlicher Richtung 1 Sm lang und durchschnittlich 4 Kblg breit. Die Seehundsfänger von Brigus vermuren ihre Schiffe vorn und hinten in der Westecke oder hinter Admirals-Eiland in der Südecke der Bucht. Diesen Ankerplatz kann man aber nur unter ortskundiger Führung aufsuchen.

Eis. Die Brigus-Bucht friert gelegentlich zu und füllt sich mit Eis.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere“ 1914, Heft V, Titel VI.

Die **Stadt** Brigus mit 1541 Einwohnern liegt malerisch an den Ufern eines Sees zwischen steilen, kahlen Hügeln in einem Tal und erhält dadurch Bedeutung, daß die Seehundsfänger schon zeitig im Frühjahr auf den Fang auslaufen können, da die in die Bucht hineinsetzende See das Eis schon früh aufbricht.

Die Eisenbahnstation liegt etwas mehr als 1 Sm südwestlich von der Stadt. Telegraphische Verbindung ist vorhanden.

Colliers-Bucht. Die Einfahrt dieser Bucht liegt zwischen der Seal-Huk im Nordwesten und der Colliers-Huk im Südosten. Die Bucht ist in südsüdwestlicher Richtung 3 3/4 Sm lang und 4 bis 6 Kblg breit.

Die Seal-Huk, beinahe 1 Sm südlich von der South-Huk gelegen, ist ein steiler, breiter Küstenabhang und bildet das Ende des Abhanges vom Berge Twin, der 3/4 Sm landeinwärts zu 104 m (342′) Höhe ansteigt. Die Colliers-Huk liegt 1 Sm südöstlich davon am Ende einer Halbinsel, die die Colliers-Bucht von der Gastries-Bucht trennt. Die Turks-Huk, ein steiler Abhang von 103 m (337′) Höhe, liegt 1 1/4 Sm südlich von der Seal-Huk.

An der Ostseite der Bucht, 1 1/2 Sm südlich von der Colliers-Huk, liegt eine kleine 25 m (82′) hohe Huk, die die kleine James-Bucht schützt. Dock-Huk heißt die kleine 41 m (134′) hohe Halbinsel 2 1/2 Sm südlich von der Colliers-Huk. Sie fällt an ihrer Nordwestseite unter Wasser steil ab und schützt die kleine Dock-Bucht.

Die Harbour-Klippe, bei Niedrigwasser in der Wasserlinie, liegt rw. 153° (mw. S1/4W) 3 3/4 Kblg, und die Bull-Klippe mit 11 m (6 Fad.) Wasser darüber liegt rw. 54° (mw. O1/2N) 5 1/2 Kblg vom Nordende der Turks-Huk. Man meidet beide Klippen, wenn man die Blue-Hügel (siehe unter Gastries-Bucht weiter unten) in der ungefähren Richtung rw. 203° (mw. SW3/4W) über der Dock-Huk sieht. Die Courtain-Klippe mit 18 m (10 Fad.) Wasser darüber liegt unter dem ersten Hügel innerhalb der Einfahrt, 1 1/2 Kblg vor der Südostseite der Bucht, und eine 13 m (7 Fad.)-Stelle liegt 1 1/2 Sm südlich von der Turks-Huk, beinahe mitten im Fahrwasser.

Ankerplatz. Man kann südwestlich von der Dock-Huk auf 7.3 m bis 18 m (4 bis 10 Fad.) Wasser über Kies ankern; man liegt hier nur gegen nordöstliche Winde ungeschützt.

Gastries-Bucht erstreckt sich 2 1/4 Sm weit in südwestlicher Richtung bis zu einer Halbinsel, die die Bucht in zwei kleinere Buchten trennt; die Cat-Klippe liegt am Ende der Halbinsel.

Cat-Bucht, die nordwestliche von den beiden Buchten, ist 8 Kblg lang und 3 Kblg breit, die Mouse-Klippe mit 0.6 m (2′) Wasser darüber liegt in der Einfahrt, beinahe 1 Kblg von der Nordseite. Die gegen nordöstliche Winde ungeschützte Bucht bietet kleinen Schiffen Ankerplatz vor der Kirche auf 15 m (8 Fad.) Wasser über Sand.

Salmon-Bucht, die südliche von den beiden Buchten, ist 1 1/2 Sm lang und in der Einfahrt 6 Kblg breit. In ihrer äußeren Hälfte ist die Küste in 1 Kblg Abstand davon rein.

Die Blue-Hügel liegen 2 Sm westsüdwestlich vom innersten Ende der Salmon-Bucht und sind auffällig durch einen Doppelgipfel von 256 m (839′) Höhe. Witch Hazel, der erste auffällige Berg in der Richtung der Blue-Hügel, steigt $^3/_4$ Sm nördlich von diesen zu 182 m (598′) Höhe an.

Die Gastries-Huk ist das Nordende der Halbinsel, die die Gastries-Bucht von dem Hafen Main trennt. Man darf nicht näher als auf 1 Kblg heranlaufen.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere" 1914, Heft V, Titel VI.

Die Eisenbahnstation liegt $2^1/_2$ Sm südsüdwestlich vom innersten Ende der Salmon-Bucht.

Main-Hafen erstreckt sich von der Gastries-Huk 2 Sm weit in südlicher Richtung und ist im allgemeinen rein; nur eine Klippe mit 3.7 m (12′) Wasser darüber liegt rw. 43° (mw. $ONO^1/_2O$) $1^3/_4$ Kblg von der Huk eben südlich von der Kirche. Man ankert auf 22 m (12 Fad.) Wasser, wo die Kirche rw. 330° (mw. N) peilt und man zum Schwaien einen $1^1/_4$ Kblg breiten Raum hat, der aber offen gegen nördliche Winde ist. Eine ziemlich große Niederlassung ist an der Westseite des Hafens.

Holy Rood-Bucht, südöstlich vom Hafen Main, ist 4 Sm lang und $^3/_4$ Sm breit. Die Westseite der Bucht ist von der Einfahrt bis 1 Sm innerhalb davon unrein und man darf nicht näher als auf 1 Kblg heranlaufen. Eine 3.7 m(12′)-Stelle liegt vor der Chapel-Bucht, der ersten kleinen Bucht an der Westseite der Holy Rood-Bucht. Innerhalb der Chapel-Bucht ist die Holy Rood-Bucht rein und die Wassertiefe ist groß bis hinauf zu den Einfahrten der beiden Buchten im innersten Ende.

In der westlichen der beiden Buchten findet man **Ankerplatz** auf 18 m (10 Fad.) Wasser über Sand, in der östlichen auf 24 m (13 Fad.) Wasser, von wo die Kirche rw. 285° (mw. NW) peilt. Beide Buchten sind aber ungeschützt gegen nördliche Winde.

Tiden. Die Hafenzeit für die Holy Rood-Bucht ist $7^h 28^{min}$, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.4 m ($4^1/_2$′), die Nipphochwasserhöhe 1.0 m ($3^1/_4$′).

Die Eisenbahnstation Woodford liegt etwa $^3/_4$ Sm westsüdwestlich vom innersten Ende der westlichen Bucht, die Station Holy Rood liegt 1 Sm südsüdöstlich vom innersten Ende der östlichen Bucht.

Portugal-Bucht, 15 Sm nordöstlich von der Einfahrt der Holy Rood-Bucht, ist die tiefste Einbuchtung an der Ostseite der Conception-Bucht; sie schneidet etwa 4 Kblg weit in das Land ein und ist in der Einfahrt 37 m (20 Fad.), nahe bei ihrem innersten Ende 9.1 m (5 Fad.) tief. Ein Fischerdorf liegt an den Ufern der Bucht.

Allgemeines. Die Küste zwischen der Holy Rood- und der Portugal-Bucht besteht aus Sandstrand mit dahinterliegenden Salzwasserseen und ist mit Untiefen besäumt, die sich fast $^1/_4$ Sm weit vom Lande erstrecken. Mehrere Dörfer mit Kirchen tragen dazu bei, diesen Teil der Conception-Bucht zu einem der malerischsten ganz Neufundlands zu machen. Nördlich von der Portugal-Bucht gehen die sanften, teilweise bebauten Abhänge zu steilen und kahlen Abhängen über und erreichen in der Ore-Huk, die etwa mitten zwischen der Portugal-Huk und Kap St. Francis liegt, 268 m (880′) Höhe.

Landmarken und Untiefen. Etwa 5.5 Sm südwestlich von der Portugal-Bucht ragt Kelly-Eiland 56 m (183′) aus dem Wasser; eine aus grobem Kies bestehende Landzunge erstreckt sich von seiner Südostseite. Man darf nicht näher als auf $^1/_4$ Sm an das Eiland heranlaufen. Little Bell-Eiland, $1^1/_2$ Sm nordöstlich von Kelly-Eiland, ist 28 m (92′) hoch und mit Untiefen besäumt, die sich beinahe 2 Kblg weit vorschieben. Bell-Eiland ist in nordöstlicher Richtung 5.3 Sm lang, 1.8 Sm breit und 151 m (495′) hoch. Es führt den Namen nach einer auffallend spitzen Klippe, The Bell, die nahe beim Westende des Eilands 67 m (220′) aus dem Wasser ragt. The Clapper, eine ebenfalls auffallende Klippe, liegt beim Südende Bell-Eilands; ein bedeutendes Dorf mit einer Kirche steht etwa $1^1/_4$ Sm östlich von der Klippe. Untiefen erstrecken sich vom Nordostende Bell-Eilands beinahe $^1/_4$ Sm weit, innerhalb welcher Entfernung man hier nicht an das Eiland heranlaufen darf. Die Bell-Klippe, 4.6 m (15′) unter Wasser, liegt rw. 223° (mw. $WSW^1/_2W$) 1 Sm von The Clapper; ein Riff mit 7.3 m (4 Fad.) Wassertiefe erstreckt sich von

der Bell-Klippe $^1/_2$ Sm weit nach Nordnordwesten. Princes Lookout heißt ein auffallender Hügel mit einer Flaggenstange, der eben östlich vom innersten Ende der Portugal-Bucht zu 165 m (543′) Höhe ansteigt. Eine Klippe liegt in der Mitte der Portugal-Bucht.

Eine Eisenbahn führt in kurzem Abstand von der Küste von der Holy Rood-Bucht nach Topsail. Zwischenstationen sind Duffs, Seal-Bucht, Kelligrews und Manuels. Eine gute Straße führt von der Portugal-Bucht nach St. Johns.

Wabana.

Quellen wie für die übrigen Häfen der Conception-Bucht; außerdem Frgb. Nr. 2663 und 2683 des Kapt. J. Reiners, D. »Hafis«, vom Juni und Juli 1903.

Wabana heißt anscheinend der Ladeplatz an der Südostseite von Bell-Eiland, in dem die Ausbeute der sehr erträglichen Erzgrube, die an der Nordwestseite von Bell-Eiland liegt, verschifft wird.

An- und Einsteuerung. Kapt. J. Reiners schreibt: „Am 12. Juni steuerten wir, vom Norden kommend, mit dem Kurse rw. 232° (mw. W$^3/_4$S) auf Kap St. Francis zu. In 30 Sm Abstand vom Lande klarte das Wetter, das bis dahin nebelig war, auf und wir sichteten in der Richtung rw. 240° (W) Kap St. Francis, das wir um 8$^1/_2$h N passierten. In der Conception-Bucht steuerten wir direkt auf Bell-Eiland zu. Um 9$^1/_2$h N stoppten wir die Maschine und ließen das Schiff still liegen, da nördlich von Bell-Eiland kein Ankerplatz vorhanden ist. Es war Windstille. Das Schiff änderte während der Nacht seinen Ort nicht, es war also kein Strom vorhanden. Mit Tagesanbruch setzten wir die Reise fort. Die Küste ist überall rein und tiefes Wasser ist bis unmittelbar an Land (siehe unter Portugal-Bucht über Untiefen am Nordostende von Bell-Eiland), so daß Schwierigkeiten nicht vorhanden sind.

Am 10. Juli desselben Jahres sichteten wir um 4h V Baccalieu-Eiland in etwa 10 Sm Abstand. Die Luft war etwas diesig, südlich von Kap St. Francis stand Nebel. 6h 45min V sichteten wir bei abklarender Luft Kap St. Francis in 3 Sm Abstand und zugleich Wabana-Eiland (wohl Bell-Eiland). Wir steuerten direkt auf Wabana zu und befestigten um 8h V das Schiff am Ladeplatz. Beim Auslaufen hatten wir dichten Nebel, und wir hörten bei ONO-Wind das Nebelsignal des Leuchtturmes auf Kap St. Francis erst, als wir etwa 4 Sm querab davon standen. Nach See zu war das Signal gut zu hören."

Man kann auch nachts ein- und auslaufen.

Lotsen und Schleppdampfer sind nicht vorhanden.

Quarantäne. Ärztlicher Besuch braucht nicht abgewartet zu werden. Ein Gesundheitspaß wird stets verlangt. Quarantäneeinrichtungen sind nicht vorhanden. Der Gesundheitszustand am Ort und auf dem Schiff waren während der Anwesenheit des Kapt. J. Reiners gut und es kamen keine klimatischen Krankheiten an Bord vor.

Zollbehandlung ist sehr entgegenkommend. An Schiffspapieren werden Meßbrief, Gesundheitspaß und eine allgemein gehaltene Proviantliste verlangt.

Ankerplatz. Zwischen Bell-Eiland und Little Bell-Eiland kann man auf 37 m bis 46 m (20 bis 25 Fad.) Wasser ankern. In Wabana soll der beste Ankerplatz etwa 1 Sm oberhalb der Ladestelle querab von der Zollbrücke auf 33 m (18 Fad.) Wasser sein. Merkliche Dünung soll selten sein.

Hafenanlagen. Zwei kurze Ladebrücken sind in tiefes Wasser hinausgebaut und durch eine Straßenbahn mit der Erzgrube verbunden. Außerdem sind noch 6 Festmachetonnen vorhanden. Zum Laden wird das Schiff an die Ladebrücke geholt und mittels einer Schütte beladen. Man kann 6400 t in 5 Stunden laden. Das Schiff macht an den Tonnen fest und läßt auch einen Anker fallen. Man soll, wenn möglich, das Schiff mit dem Kopf auf den Wind legen, was das Fest- und Losmachen erleichtert. Ballast wird auf See oder in einer Schiffslänge Abstand von der Ladebrücke über Bord geworfen.

Docks und Ausbesserungswerkstätten sind nicht vorhanden.

Hafenunkosten. Es werden nur Leuchtfeuerabgaben bezahlt. Siehe unter St. Johns weiter hinten S. 341.

Schiffsausrüstung. Bunkerkohlen sind im allgemeinen nicht zu bekommen. Es hält nur die Nova Scotia Steel u. Coal Comp. etwa 150 t auf Lager. Das Wasser am Platze soll Durchfall verursachen. Frischer Proviant ist preiswert, sonstige Schiffsausrüstung ist nicht zu erhalten.

Deutscher Konsul und Agenten des Germanischen Lloyd und deutscher Dampfergesellschaften sind nicht am Orte. Für Kapt. J. Reiners besorgte die Nova Scotia Steel u. Coal Comp. die Agenturgeschäfte.

Mannschaftsentweichungen kamen auf D. „Hafis" vor. Wohlfahrtseinrichtungen für Seeleute sind nicht vorhanden, Seekarten oder nautische Bücher sind nicht zu kaufen.

Flat Rock-Bucht.

Dieselben Quellen und Karten wie für die Conception-Bucht S. 224. Außerdem Brit. Adm-Krt. Nr. 2902, Motion Hd. to Flat Rock Pt. shewing the Approaches to St. John's Hr.

Die **Flat Rock-Bucht** liegt etwa $6^1/_2$ Sm südsüdöstlich von Kap St. Francis, zwischen Kap Red im Nordnordwesten und der Flat Rock-Huk im Südsüdosten. Sie ist in der Einfahrt 7 Kblg, weiter drinnen etwa 4 Kblg breit, und in südsüdwestlicher Richtung $^3/_4$ Sm lang.

Landmarken. Kap St. Francis an der Südostseite der Einfahrt in die Conception-Bucht besteht aus zwei niedrigen Hügeln; vor dem westlichen Hügel liegen zwei kleine Inseln. Kap Black, $4^1/_4$ Sm südöstlich von Kap St. Francis, ist etwa 122 m (400′) und Kap Red, $2^1/_2$ Sm südlich von Kap Black, ist 84 m (274′) hoch; das letztere ist durch seine dunkelrote Farbe sehr auffällig. Die Flat Rock-Huk ist niedrig und kahl. In 139 m (455′) Höhe an den Hügeln etwa 1 Sm westlich von der Flat Rock-Bucht liegen ein rotes und drei weiße Häuser, die auffällig sind; auch die rote Kirche an der Westseite der Flat Rock-Bucht, deren Turmspitze 87 m (284′) über dem Meere liegt, ist auffällig, ist aber von Südosten aus durch die Flat Rock-Huk verdeckt.

Ansteuerung. Brandies, drei blinde Klippen, 1.2 m (4′) bis 3.7 m (12′) unter Wasser, sind das Ende einer Felsenbank, die sich von den südöstlich von Kap St. Francis liegenden Inselchen und Klippen aus erstreckt. Die äußerste Brandies-Klippe liegt rw. 72° (mw. OSO$^7/_8$O) 8 Kblg von Kap St. Francis. Man bleibt etwa $1^1/_4$ Sm östlich von den Brandies-Klippen, wenn man die Torbay-Huk, die $2^3/_4$ Sm südsüdöstlich von der Flat Rock-Huk liegt, in der Richtung rw. 164° (mw. SzW$^1/_4$W) von Kap Black freihält.

Die Küste zwischen Kap St. Francis und Kap Red besteht im allgemeinen aus steilen Abhängen, eine kleine 15 m(8 Fad.)-Stelle, die Cliff-Klippe, liegt rw. 345° (mw. NzO$^3/_8$O), beinahe $1^1/_4$ Sm von Kap Black.

Von der Flat Rock-Huk erstreckt sich beinahe 2 Kblg weit in nordnordöstlicher Richtung ein Riff, an dessen Kante 7.5 m ($4^1/_2$ Fad.) Wasser ist; Felsenriffe liegen auch an der Ostseite der Flat Rock-Huk.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere" 1914, Heft V, Titel VI.

Signalstelle. Der Leuchtturm auf Kap St. Francis ist mit den internationalen Signalen ausgerüstet.

Torbay-Bucht

liegt in der Südwestecke der Tor-Bucht und wird häufig von Fischern aufgesucht. Die Tor-Bucht ist in der Einfahrt zwischen der Flat Rock-Huk im Nordnordwesten und der Torbay-Huk im Südsüdosten $2^3/_4$ Sm breit und in südwestlicher Richtung $2^1/_2$ Sm lang.

Landmarken. Die Küstenabhänge der Tor-Bucht steigen innerhalb der Flat Rock-Huk zunächst allmählich, etwa $1^1/_2$ Sm südlich von der Flat Rock-Huk aber ziemlich schroff zu 136 m und 135 m (446′ und 444′) Höhe an. Etwa $^1/_2$ Sm weiter nach Südwesten sind dann zwei kleinere Abhänge von 86 m (282′) und 22 m (72′) Höhe. Zwischen diesen und der Torbay-Bucht zeigt die Küste tiefe Schluchten.

Eben südlich von der Torbay-Huk ist ein kleiner 87 m (287′) hoher Hügel, und 4 Kblg südlich von diesem ein solcher von 164 m (537′) Höhe. Die Küste zwischen der Torbay-Huk und der Torbay-Bucht ist im allgemeinen höckerig, und zerklüftete

Abhänge sind zwischen den kleinen Outer- und Middle-Buchten. Auf den Hügeln hinter der Tor-Bucht stehen Häuser, die gewöhnlich weiß gestrichen sind. Südöstlich vom innersten Ende der Torbay-Bucht, $^{1}/_{4}$ Sm landeinwärts, steht eine katholische Kirche, ein viereckiges steinernes Haus ohne Turm, und dicht dabei ein Kloster und eine Temperenzlerhalle. Diese Bauten sind alle auffällig, aber beinahe verdeckt, wenn sie mit der Baumgruppe über der Snagge-Huk in Linie kommen.

Ansteuerung. Die Tantam-Untiefen, Felsenriffe mit 9.1 m (5 Fad.) bis 55 m (30 Fad.) Wasser darüber, schieben sich von der Torbay-Huk $8^{1}/_{2}$ Kblg weit nach Norden vor. Die äußerste Untiefe, eine 13 m(7 Fad.)-Stelle, liegt rw. 1° (mw. NNO$^{3}/_{4}$O) $^{3}/_{4}$ Sm, und die Tantam-Klippe, mit 9.1 m (5 Fad.) Wasser darüber, liegt rw. 12° (mw. NO$^{1}/_{4}$N) 4 Kblg von der Torbay-Huk. Die Tantam-Klippe brandet schon bei mäßiger See, die 13 m(7 Fad.)-Stellen branden bei stürmischem Wetter.

Ankerplatz. In der Torbay-Bucht findet man südlich von einem kleinen Strande an der Nordseite einen nach Osten zu offenen Ankerplatz auf 22 m (12 Fad.) Wasser.

Landen kann man gewöhnlich in der Torbay-Bucht; in der Tor-Bucht ist es jedoch zwischen der Torbay-Bucht und der Torbay-Huk bei nördlichen Winden nicht möglich, da dann schwere Dünung steht.

Logy-Bucht, eine kleine, aber tiefe Bucht $2^{1}/_{2}$ Sm südlich von der Torbay-Huk, wird im Sommer von Fischern aufgesucht. Boote landen in einer kleinen Nische zwischen den Felsen und finden dabei, wenn notwendig, immer Unterstützung von dortigen Fischern. Straßen führen nach St. Johns und nach der Tor-Bucht.

Landmarken. Kap Redcliff, 1.1 Sm südsüdöstlich von der Torbay-Huk, hat steile rötliche Abhänge. Eine tiefe Schlucht befindet sich an seiner Nordseite, eine andere an seiner Südseite. Eine von beiden pflegt, je nach den Lichtverhältnissen, wie ein an der Vorderseite der Abhänge sich hinziehendes schwarzes Band auszusehen. 7 Kblg südlich vom Kap Redcliff steigt der Torbay-Hügel zu 199 m (653′) Höhe an. Steile Abhänge liegen davor und einen auffälligen gelben Flecken sieht man nahe beim obersten Ende des Abhanges, der eben nördlich von der höchsten Stelle des Hügels liegt. Der Hügel wird von den Einheimischen Flagstaff-Hügel genannt, da sich früher auf ihm eine Signalstation befand, die die Verbindung zwischen Kap St. Francis und St. Johns herstellte. Die Devils-Huk, an der Ostseite der Logy-Bucht, ist ein kleiner 79 m (260′) hoher Hügel, auf dem eine Steinbake steht.

Rw. 20° (mw. NO$^{1}/_{2}$O) $^{1}/_{2}$ Sm von Kap Redcliff liegt die kleine Redhead-Klippe 9.1 m (5 Fad.) unter Wasser.

St. Johns.

Quellen: Konsulatsfragebogen Nr. 1757, vom Juli 1901, Nr. 4846, vom November 1908. Fragebogen von S. M. S. »Bremen«, Komdt. F-Kapt. Alberts, vom August 1907; Nr. 1787 des Kapt. B. Schierhorst, D. »Deutschland«, vom Sept. 1901; Nr. 2411 des Kapt. F. Schäfer, D. »Pallanza«, vom Nov. 1902. Englisches Shb. »Newfoundland and Labrador Pilot«, fourth Edition 1907 mit Nachtrag 1913; Amerikanisches Shb. »Newfoundland and the Labrador Coast«, third Edition 1909; Dues and Charges on Shipping in Foreign & Colonial Ports 1914. D. Adm-Krt. Nr. 379, Nordatlantischer Ozean, Dampferwege; Nr. 445, Newfoundland, Südlicher Teil; Nr. 296, Newfoundland, Cape Bonavista to Bay Bulls; Nr. 2902, Motion Hd. to Flat Rock Pt. shewing the Approaches to St. John's Hr.; Nr. 298, St. John's Harbour.

St. Johns, die Hauptstadt von Neufundland, liegt etwa 6 Sm südlich von der Torbay-Bucht. Der Hafen von St. Johns ist ein von hohem Land eingeschlossener natürlicher Hafen mit ausgezeichnetem Ankergrund, der Schiffen jeder Größe Schutz bietet gegen Wind und See. Er ist in südwestlicher Richtung etwa 1 Sm lang und 4 bis 2 Kblg breit. Seine Tiefe, die im nordöstlichen Teil 29 m (16 Fad.) beträgt, nimmt nach dem innersten Ende zu allmählich auf 5.5 m (3 Fad.) und 3.7 m (2 Fad.) ab. Da der Hafen jedoch nur schmal ist, so ist es ratsam, wenn mehrere große Schiffe darin liegen, an eine Ladebrücke zu holen, um Havarie zu vermeiden. Die geographische Lage der Chain-Klippen-Batterie an der Nordseite der Einfahrt ist 47° 34′ 02″ N-Br. und 52° 40′ 59″ W-Lg. Die Mißweisung für das Jahr 1917 beträgt 29.2° W, ihre jährliche Abnahme etwa 4′.

Landmarken. Das Land zwischen der Devils-Huk und dem etwa 6 Kblg südöstlich davon liegenden Kap Sugarloaf steigt von der ziemlich zerklüfteten Küste allmählich an. Kap Sugarloaf ist 168 m (550′) hoch und sehr auffällig. Es hat an der Vorderseite steile Abhänge und sieht vom Norden wie der Richtkeil eines Geschützes aus, vom Osten und Südosten wie ein kegelförmiger Hügel. Etwa 1 Sm landeinwärts von Kap Sugarloaf steigt ein auffällig spitzer Hügel zu 176 m (577′) Höhe an, ist aber nur vom Norden aus zu sehen. Die Small-Huk, etwa 1 Sm südlich von Kap Sugarloaf, ist rundlich und 97 m (318′) hoch. Zwischen ihr und dem Quiddy Viddy-Hafen ist ein sehr auffälliger Küstenabhang, hinter dem ein Hügel zu 144 m (472′) Höhe ansteigt. Kap Cuckold, an der Südseite des Hafens Quiddy Viddy, ist 119 m (390′) hoch und kegelförmig, Kap North, an der Nordseite der Einfahrt in den St. Johns-Hafen, ist ein steiles Vorland von 84 m (275′) Höhe.

Von Süden kommenden Schiffen dient zunächst Kap Spear als Landmarke. Es liegt 3.4 Sm südöstlich von Kap South, der Südseite der Einfahrt in den St. Johns-Hafen, und steigt steil zu 61 m (200′) Höhe an. Etwa 1 Sm westnordwestlich davon liegt Kap Black, ein steiles Vorland, das nach der Kap Black-Bucht allmählich abfällt. Eine auf dem Kap errichtete Steinbake (Cairn) steht 127 m (417′) über Hochwasser. Die Cliff-Huk, etwa $^3/_4$ Sm westlich von Kap Black, zeigt seewärts vierkantige Abhänge. Peggy's Bay, eine kleine Huk $^1/_2$ Sm nordwestlich von der Cliff-Huk, hat einen bemerkenswerten Gipfel in seiner Nähe. Die Spriggs-Huk, $^1/_2$ Sm nördlich von Peggy's Bay, ist sehr spitz, das Land in ihrer Umgebung steigt allmählich an; steile Abhänge sind an beiden Seiten und 0.6 m bis 2.7 m (2′ bis 9′) hohe Inselchen sind an der Ostseite der Spriggs-Huk. Das Land südlich und nördlich von St. Johns erscheint aus einiger Entfernung hügelig, kahl und öde und steigt steil zu 84 m bis 237 m (275′ bis 779′) Höhe an.

Weitere Landmarken sind: Cabot-Turm auf dem 152 m (500′) hohen Signalhügel an der Nordseite der Einfahrt, Crows Nest, westlich vom Signalhügel, die Tabakfabrik, die Türme von St. Patrick und Kirk und die katholische Kathedrale. Als Richtmarken zum Einlaufen dienen am Tage der weiße Mast mit weißer Tagmarke auf dem Dache eines roten steinernen Hauses bei der Kings-Ladebrücke und der Turm mit weißer Tagmarke der Congregational-Kapelle, bei Nacht die roten Feuer auf diesen Türmen.

Kapt. F. Schäfer sichtete zuerst den Leuchtturm auf Kap Spear und den Signalhügel.

Ansteuerung. Bei klarem Wetter ist St. Johns leicht anzusteuern. Bei dickem Wetter, wobei man auf Lotungen angewiesen ist, gibt das Cornelia-Tief recht guten Anhalt über den Abstand von der Küste. Dieses Tief ist eine 165 bis 177 m (90 bis 97 Fad.) tiefe Rinne, die vor der Motion-Bucht beginnt und sich nach Norden erstreckt. Vor Kap North ist das Cornelia-Tief etwa $1^3/_4$ Sm, vor Kap Sugarloaf etwa $3^1/_2$ Sm und vor der Torbay-Huk etwa 5 Sm breit; weiter nördlich leiten seine Tiefen in das tiefe Wasser der Conception-Bucht. Vor Kap Sugarloaf und weiter nordwärts finden sich landwärts vom Cornelia-Tief noch wieder Stellen mit 183 m (100 Fad.) und mehr Wasser.

Vor St. Johns nehmen die Tiefen innerhalb des Cornelia-Tiefs bis zur 55 m-(30 Fad.)Grenze regelmäßig ab; weiter landwärts sind sie aber unregelmäßig.

Etwa 1 Sm vor der Robin Hood-Bucht liegt die schmale Riband-Bank, die in südlicher Richtung ungefähr 1.3 Sm lang und 48 m bis 55 m (26 bis 30 Fad.) tief ist, und etwa $^3/_4$ Sm ostsüdöstlich von der Einfahrt in den St. Johns-Hafen liegen die St. Georges Leads. Diese Bank ist in südlicher Richtung etwa $^1/_4$ Sm lang und 1 Kblg breit. Die Wassertiefe beträgt über ihrem südlichen Teil 44 m bis 31 m (24 bis 27 Fad.), über ihrem nördlichen Teil 27 m bis 29 m (15 bis 16 Fad.) mit 46 m (25 Fad.) dichtumzu.

Steuert man, von Süden kommend, Kap Spear an, so muß man die dortigen Untiefen meiden. Die südlichste davon ist die Tinker-Klippe, die rw. 91° (mw. SOzO$^3/_8$O) 4 Kblg vom Leuchtturm auf Kap Spear 9.1 m (5 Fad.) unter Wasser liegt; nach Meldungen soll auf der Klippe noch weniger Wasser stehen. Die Old Harry-Klippe mit 5.5 m (3 Fad.) Wasser darüber liegt rw. 57° (mw. O$^3/_8$N), die Old Haman-Klippe mit 7.5 m ($4^1/_2$ Fad.) Wasser darüber liegt rw. 1° (mw. NNO$^5/_8$O)

4 Kblg von Kap Spear. Ungefähr mitten zwischen Kap Spear und der Old Harry-Klippe liegt noch eine kleine Klippe 7.3 m (4 Fad.) unter Wasser.

Man bleibt östlich von allen diesen Untiefen, wenn man Kap North (Motion-Bucht) in der Richtung rw. 204° (mw. SW$^3/_4$W) mit dem an der Südseite der Motion-Bucht liegenden Tinker-Hügel in Linie hält, und man bleibt nördlich von den Untiefen, wenn man Kap Black in der Richtung rw. 262° (mw. WNW$^1/_8$W) mit der Cliff-Huk in Linie hält.

Kapt. B. Schiershorst schreibt über die Ansteuerung: „Von 45° 2′ N-Br. und 52° 58′ W-Lg steuerten wir bei frischer südlicher Brise und dichtem Nebel mit langsamer Fahrt und stündlichem Gebrauch des Lotes rw. 0° (mw. NNO$^5/_8$O). Am 13. September 11h 30min V wurde es bei abnehmendem Nebel still. 11h 40min V sichteten wir Gull-Eiland (47° 15′ N-Br.) in der Richtung rw. 259° (mw. WNW$^3/_8$W) aus etwa 10 Sm Abstand. Gull-Eiland sowohl als auch Great-Eiland (47° 11′ N-Br.) waren sehr deutlich auszumachen, dagegen lag die Küste noch im Nebel und man konnte nur die Spitzen der Berge sehen. Um 12h mittags kam leichte nordwestliche Brise durch, worauf es abklarte. Um 1h 50min N passierten wir Kap Spear und sichteten dann die Signalstation auf dem Signalhügel. Um 2h 30min N erhielten wir einen Lotsen, passierten um 2h 40min N Fort Amherst an der Südseite der Einfahrt und ankerten um 2h 50min N im Hafen von St. Johns.“

Eis. Der Hafen von St. Johns friert selten zu, auch ist er in gewöhnlichen Wintern selten eine Woche lang anhaltend durch Eis geschlossen, immerhin war in den Jahren 1875 und 1882 der Zugang wochenlang sehr schwierig. In den Jahren 1898 bis 1908 war er selten mit Eis ausgefüllt, und dann auch nur für einen Tag. Das Eis verschwindet aus dem Hafen gegen Ende März. Zeitig im Frühjahr treiben bei vorherrschenden östlichen Winden schwere Massen Feldeises an die Küste, und zeitweise treiben selbst noch im August Eisberge in der Einfahrt und füllen sie mehr oder weniger aus. Feldeis von 0.2 m bis 0.5 m Dicke trifft man von Januar bis Mitte Februar, es verschwindet wieder im April oder Mai.

Eisbrecher sind nicht vorhanden, für Eis verstärkte Schleppdampfer halten den Hafen offen. Schiffe brauchen des Eises halber keine besonderen Vorsichtsmaßregeln zu treffen. Der Schiffsverkehr geht das ganze Jahr hindurch vonstatten.

Nebel ist in St. Johns nicht so häufig als weiter südlich, und häufig ist es innerhalb von Kap Spear klar, wenn es in See nebelig ist.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere“ 1914, Heft V, Tit. VI. Bei starkem Frost kann das Feuer auf Fort Amherst als Festfeuer erscheinen.

Signalstellen. Der Leuchtturm auf Kap Spear und die Signalstation auf dem Signalhügel sind mit den internationalen Signalflaggen ausgerüstet.

Lotsenwesen. In St. Johns sind zwölf Lotsen angestellt. Sie kommen den Schiffen in einem schwarzen Segelboote mit einem gelben Streifen unter dem ersten Plankengang bis etwa 1$^1/_2$ Sm außerhalb der Einfahrt entgegen. Das Boot führt an jedem Bug eine weiße, im oberen Teil der Fock eine schwarze Nummer. Außerdem zeigt es noch eine Flagge im Topp, nach Berichten der oben angeführten Kapitäne zeigt das Boot die Flagge P oder die englische Lotsenflagge. Bei Nacht führt das Boot die für Lotsenfahrzeuge üblichen Lichter. Beim Auslaufen verläßt der Lotse das Schiff eben außerhalb der Einfahrt. Lotsensignale. Schiffe erhalten einen Lotsen, wenn sie dem Leuchtturm auf Kap Spear oder der Signalstation auf dem Signalhügel das Lotsensignal zeigen.

Es herrscht Lotsenzwang und muß auch Lotsengeld bezahlt werden, wenn kein Lotse genommen wird. Ausgenommen sind Schiffe, die dem englischen Staate oder einem königlichen Yachtklub angehören und Küstenfahrer und Schiffe, die erst von einem Lotsen angesprochen werden, nachdem sie innerhalb der Einfahrtshuken sind. In letzterem Falle kann jedoch von der Behörde dem Lotsen das Lotsgeld zugesprochen werden, wenn infolge schlechten Wetters das Lotsenboot nicht hat in See gehen können. Alle lotspflichtigen Schiffe müssen schon vor der Einfahrt die Haus- oder die Nationalflagge zeigen.

Lotsengeld beträgt:

Für Segelschiffe unter 80 R-T.	$ 5.35	Für Segelschiffe von 280 bis 299 R-T.	$ 10.70
von 80 bis 99 R-T.	6.70	« 300 « 349 «	13.35
« 100 « 119 «	7.35	« 350 « 399 «	16.00
« 120 « 159 «	8.00	« 400 « 499 «	18.70
« 160 « 199 «	8.70	« 500 « 599 «	21.35
« 200 « 239 «	9.35	« 600 « 699 «	24.00
« 240 « 279 «	10.00	« 700 « 800 «	26.70

Schiffe von mehr als 800 R-T. Größe zahlen für jede weiteren 100 R-T. $ 1.35. Dampfer bezahlen dieselbe Taxe auf ihren R-T. netto-Gehalt. Als Höchstbetrag ist von Segelschiffen $ 32.00, von Dampfern $ 48.00 zu zahlen. In den Kolonien fischende Dampfer zahlen kein Lotsengeld, ausgenommen, wenn sie auf lange Reisen gehen. Staatlich unterstützte Dampfer zahlen das Lotsengeld nach den Pferdekräften ihrer Maschinen, und zwar für jede Pferdekraft 8 c. Küstenfahrzeuge, die einen Lotsen nehmen, zahlen das halbe Lotsengeld.

Schleppdampfer. Es sind zwei Schleppdampfer vorhanden, von denen der eine 113 R-T. brutto, der andere 79 R-T. brutto groß ist; außerdem sind noch zwei kräftige Dampfleichter am Ort. Man kann sie durch die Signalstationen auf Kap Spear oder auf dem Signalhügel herbeirufen. Der Schlepplohn beträgt von 1 Sm außerhalb der Einfahrt bis nach einer Ladebrücke:

Für Schiffe unter 60 R-T. brutto	$ 4.00
« « von 60 bis 100 R-T. brutto	10 c mehr
für jede Tonne über 59 «	
Für Schiffe von 101 « 125 « «	$ 10.00
« « « 126 « 150 « «	12.00
« « « 151 « 175 « «	14.00
« « « 176 « 200 « «	16.00
« « « 201 « 225 « «	18.00
« « « 226 « 250 « «	20.00
« « « 251 « 300 « «	22.00
« « « 301 « 350 « «	24.50
« « « 351 « 400 « «	26.00
« « « 401 « 450 « «	28.00
« « « 451 « 500 « «	30.00
« « « 501 « 550 « «	32.00
« « « 551 « 600 « «	34.08
« « « 601 « 700 « «	38.00
« « « 701 « 800 « «	42.00
« « « 801 « 900 « «	46.00
« « « 901 « 1000 « «	50.00

Von Kap Spear aus oder vom 12. Dezember bis 10. April 1/3 mehr und bei Eisgang besondere Preise; bei Benutzung der Trossen der Dampfer 10% mehr. Eingeschleppte Schiffe haben für Ausschleppen 2/3 der nebenstehenden Preise zu zahlen.

Für Dampfer ist Schlepperhilfe zum Ein- und Auslaufen nicht notwendig, zum Docken muß man jedoch einen Schlepper annehmen.

Quarantäne. Von verseuchten Häfen kommende Schiffe, oder solche, auf denen während der Reise ansteckende Krankheiten vorgekommen sind oder auf denen jemand gestorben ist, müssen innerhalb der 3 Meilengrenze die Quarantäneflagge (Flagge Q) im Topp des Fockmastes zeigen. Bei Ankunft des Schiffes kommt dann ein Zollbeamter an Bord und untersucht das Schiff. Glaubt der Beamte, oder vor dessen Ankunft der Lotse oder Schlepperführer, daß ansteckende Krankheiten an Bord sind, so wird das Schiff auf den Quarantäneplatz gebracht und der zuständige Quarantänebeamte benachrichtigt. Bis zu dessen Ankunft darf nur der Zollbeamte das Schiff verlassen. Wird das Schiff in Quarantäne gelegt, so darf niemand, selbst der Lotse nicht, ohne Erlaubnis des Quarantänebeamten mit dem Lande verkehren. Ein in Quarantäne gelegtes Schiff muß am Tage im Topp des Fockmastes die Flagge Q, bei Nacht ein entsprechendes Licht zeigen, und darf diese Signale erst nach Erlaubnis des Quarantänebeamten herunterholen.

Ein Gesundheitspaß wird verlangt.

Quarantäneunkosten. An den Zollbeamten sind für den ersten Tag der Quarantäne zu zahlen:

Von Schiffen unter 50 R-T. Größe	$ 1.40
« « von 50 bis 79 « «	2.40
« « « 80 « 99 « «	3.60
« « « 100 « « und darüber	4.80

Für jeden folgenden Tag der Quarantäne ist die Hälfte dieser Taxe zu zahlen.

An den Quarantänebeamten oder den Arzt ist zu zahlen:

Für den ersten Besuch (einschließlich Verkehrserlaubnis) $ 2.50.

Für jeden folgenden Besuch $ 1.50.

Auswanderer- und Passagierschiffe haben einen besonderen Tarif.

Alle Zoll- und Quarantänebeamten, Lotsen und Schlepper führen eine Quarantäneverordnung bei sich, deren Übertretung kann mit Geldbuße oder mit dreißig Tagen Haft bestraft werden.

Die klimatischen Gesundheitsverhältnisse des Hafens sind gut.

Zollbehandlung ist zuvorkommend. Der Beamte bleibt an Bord solange das Schiff auf dem Strom liegt. An Schiffspapieren werden Musterrolle, Schiffszertifikat und Meßbrief verlangt.

Tiden. Die Hafenzeit für St. Johns-Hafen ist $7^h\ 30^{min}$, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.1 m ($3^3/_4'$), die Nipphochwasserhöhe 1.0 m ($3^1/_4'$). In der Einfahrt läuft nur schwacher Tidenstrom. (Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

1. **Helle Flecke auf dem Meere.** Diese führt W. Köppen in einer Mitteilung im Aprilheft dieser Zeitschrift (S. 227) auf verringerte Oberflächenspannung zurück und fordert zur Vornahme der entsprechenden Versuche auf. Vielleicht kann man aber auch an andere Erklärung denken. Es ist ja bekannt, daß sich Wellen nicht sofort bilden, wenn die entsprechenden Bedingungen, Wind z. B., eintreten, sondern daß es längere Zeit dauert, bis sie ihre schließliche Größe erreicht haben. Ebenso dringen sie nur ganz allmählich aus dem bewegten Teil der Fläche in einen noch ruhigen vor, die längeren sanfteren Wellen schnell, die kürzeren langsamer. Steigen Wassermassen aus der Tiefe an die Oberfläche, so erhalten auch diese die Schwingungsbewegung nicht sofort eingeprägt, die Stelle verhält sich dann ähnlich wie eine, bis zu welcher Wellenbildung noch nicht vorgeschritten ist: sie wird höchstens von längeren Wellen durchmessen, die kürzeren und die spitzen sterben vorher ab. Schon gewöhnliches Aufwirbeln des Wassers wirkt übrigens im selben Sinn. So erinnere ich mich, wie lange auf leichtgekräuselten Seeflächen die Dampferwege und selbst Kahnspuren sichtbar blieben, nicht etwa bloß einige Minuten, sondern selbst eine Reihe von Stunden. Auch praktische Ausnutzung wurde vorgeschlagen: so sollten aufwärtsgerichtete Flüssigkeits- oder Luftblasenstrahlen, gespeist von Röhrenleitungen am Meeresgrund, die Wirkung von Wellenbrechern übernehmen. Von wirklicher erfolgreicher Ausführung ist mir allerdings nichts bekannt.

Nun werden in einer größeren Wasserfläche, besonders wenn deren verschiedene Teile nicht von gleichstarkem Wind überstrichen werden, jedenfalls Stellen vorkommen, in denen Wassermassen aus der Tiefe an die Oberfläche treten, andere hinwieder, wo sie von der Oberfläche hinabsinken. Die letzteren wohl weniger — hier wirkt eher die Verschiedenheit der Horizontalströmung — sicher aber die ersten geben Anlaß zur Bildung von ruhigeren Gebieten. Auch über deren allgemeine Form läßt sich etwas aussagen; man braucht sich nur der von V. Bjerknes eingeführten Konstruktion der Strom- oder richtiger Strömungslinien der Luft an der Erdoberfläche zu erinnern. Auch in der Atmosphäre gibt es ja nicht bloß horizontale Strömungen, sondern es steigen an einer Stelle Luftmassen auf, an andern sinken sie ab. Aus den erwähnten Zeichnungen folgt nun, daß sowohl das Auf- wie das Absteigen im allgemeinen längs ganzer Linienzüge am ausgesprochensten auftritt, nicht, wie man vielleicht erwarten könnte, bloß über einzelnen geschlossenen Gebieten.

Überträgt man nun das auf die wohl nicht allzu stark verschiedenen Vorgänge im Wasser, so folgt sofort, daß sich die Gebiete stärkeren Aufsteigens, also die hellen, weniger gekräuselten Flecken, in Form langer Streifen anordnen müssen. Wahrscheinlich hätte man darin die Erklärung der beobachteten Erscheinung, wobei natürlich nicht ausgeschlossen ist, daß Unterschiede der Ober-

flächenspannung noch außerdem mitwirken. Vielleicht gerade dort, wo die Wassermassen in die Tiefe sinken, da sich von beiden Seiten her die oberste Schicht zusammenschiebt und da die äußerste Decke mitnimmt. Nur so könnte man sich schließlich das längerdauernde Bestehen von Stellen verschiedener Oberflächenspannung nebeneinander erklären.

Wien, Mai 1916. Wilhelm Schmidt.

2. **Nachrichten von Shackletons Südpolar-Expedition.** Im Sommer 1914 hat Shackleton mit dem Schiff »Endurance« die Fahrt nach dem Südpolargebiet angetreten. Sein Plan war am südlichsten Punkt des Weddell-Meeres zu landen, also auf dem von der 2. Deutschen Südpolar-Expedition entdeckten Prinz-regent-Luitpold-Land in der Vahsel-Bucht Winterquartiere aufzuschlagen. Von seinem Landungsplatz aus wollte er, wenn möglich noch im gleichen Jahr quer über das Inlandeis die Ross-See zu erreichen versuchen, wo ihn eine Hilfsexpedition erwarten und gleichzeitig für ihn Depots nach Süden vorschieben sollte. Die letzte Nachricht, die bislang von Shackletons Hauptexpedition gekommen ist, stammte aus Süd-Georgien und besagte, daß nach Nachrichten der Walfänger die Eisverhältnisse des Weddell-Meeres im Jahre 1914 sehr ungünstig wären, so daß die Durchquerung des antarktischen Kontinents erst im Jahre 1915 in Aussicht genommen sei. Zu letzterem sei hier angeführt, daß Shackleton wohl in Süd-Georgien durch Kapitän Larsen erfahren hat, daß es gänzlich ausgeschlossen sei, daß er schon im November, wie geplant, Prinzregent-Luitpold-Land erreichen könne, denn Nachrichten über die Eisverhältnisse im Weddell-Meer sind auch auf Süd-Georgien nicht vorhanden, da die Walfänger höchstens nach den Süd-Sandwich-Inseln gehen und der Süd-Sommer ja erst vor der Tür stand.

So war es auch nicht erstaunlich, daß im vergangenen Jahr keine Nachricht von Shackleton eingetroffen ist, wohl aber mußte man in diesem Frühjahr Nachrichten erwarten, und zwar sowohl von Shackletons Hauptschiff »Endurance« wie auch von dem nach der Ross-See Ende 1914 von Neu-Seeland abgegangenen Hilfsschiff »Aurora«. Nur von diesem ist im April ein Bericht auf drahtlosem Wege von Hobart in Tasmanien eingelaufen, der hier (nach einer Übersetzung aus den Daily News in der Tijdschrift van het Koniglijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap vom 15. Mai) im Auszug wiedergegeben sei.

Die »Aurora« verließ im Dezember 1914 programmäßig Neu-Seeland, lief erst die Macquarie-Insel an und ging dann nach Süden. Das erste Eis wurde in 63° S-Br. angetroffen, am 7. I. 1915 wurde Mt. Sabine auf dem antarktischen Kontinent gesichtet und am 16. I. bei Kap Evans im Mac Murdo-Sund gelandet, also dort, wo zuletzt Kapitän Scott sein Winterquartier aufgeschlagen hatte. Hier wurden Steinkohlen, Benzin und Petroleum an Land gebracht und das Proviantlager bei Hut Point besucht. Während eine kleine Abteilung an Land ging, um die Terra-Nova-Hütte bei Kap Evans zu besuchen, dampfte das Schiff weiter südwärts in den Sund nach Hut Point, um dort zur Überwinterung zu bleiben. Von hier wurde eine Abteilung von drei Mann mit neun Hunden nach dem etwa 100 km entfernten Minna-Bluff-Depot nach Süden entsandt; eine andere Partei zog am 25. I. 1915 nach dem etwa 300 km entfernten Mt. Hooper-Depot, bei der sich auch der Kapitän der »Aurora« Mackintosh befand. Eine dritte Abteilung aus sechs Mann ist sodann noch mit einem Frachtauto und einem Schlitten nach Süden aufgebrochen.

Über die Schicksale des Hilfsschiffes berichtet Leutnant Stenhouse, daß das Schiff »Aurora«, bei Kap Evans am 18. März 1915 vor Anker liegend, durch schwere Stürme die Anker verlor und nach Norden gegen den Eingang des Mac Murdo-Sundes trieb, in steter Gefahr, von Eisbergen gerammt oder durch Treibeis besetzt zu werden. Es gelang jedoch, am folgenden Tag wieder nach Süden zu dampfen und in der »Discovery«-Bucht Proviant, für zwei Monate und 12 Expeditionsleute reichend, zu landen. Sechs Mitglieder wurden an Bord genommen, jedoch bald bildete sich wieder Jungeis, und da es zu gefährlich war, so dicht unter Land zu bleiben, ging die »Aurora« bei Kap Evans zu Anker. Vier Beobachter gingen hier mit der wissenschaftlichen Ausrüstung in die Über-

winterungshütte. Da die südliche Abteilung zum Proviantlegen für Shackleton noch nicht zurückgekehrt war, wurde eine Hilfsexpedition für diese ausgerüstet, die aber so schlechtes Wetter antraf, daß sie umkehren mußte.

Am 6. Mai 1915 brach ein Orkan los, der so viel Eis von der Küste fortführte, daß das Schiff, vom Eis eingeschlossen, nach Norden in die Ross-See forttrieb. Die »Aurora« hat nun, vom Eis besetzt, eine ähnliche Trift im Ross-Meer ausgeführt, wie 1912 die »Deutschland« im Weddell-Meer. Von den spärlichen Nachrichten wissen wir, daß am 21. Juli das Ruder infolge einer Eispressung zerbrach; einige Tage später kam das Schiff aus der gefährlichen Lage frei und konnte nach Norden dampfen und drahtlos Hilferufe aussenden, die aber nicht beantwortet wurden. Dann wurde das Schiff wieder von Eis besetzt, trieb nach Nordwesten, um Kap Adare herum, sichtete die Insel Sturgo, sodann weiter westlich das von der »Terra Nova« 1911 entdeckte Oates-Land und sodann noch weiter westlich neues Land, das festgelegt wurde. Erst am 12. Februar 1916 kam das Schiff frei, am 1. März wurden die Waken größer, aber dafür bestand erhöhte Eisberggefahr, bis die »Aurora« endlich am 14. März 1916 in 64° 27′ S-Br., 161° O-Lg. mit voller Kraft nach Norden dampfen konnte, um Anfang April Port Chalmers (Dunedin) in Neu-Seeland zu erreichen.

Soweit die bislang vorliegenden Nachrichten. Wie aus Zeitungsmeldungen hervorgeht, sind 10 Mann an Land zurückgeblieben, darunter augenscheinlich der Kapitän Mackintosh, früher 2. Offizier auf Shackletons erster Südpolarfahrt. Ob Mackintosh überhaupt von seiner Schlittenreise nach Mt. Hooper Point zurückgekehrt ist, darüber verlautet nichts. Da vor Anfang des Jahres 1917 schwerlich ein Hilfsschiff Viktoria-Land erreichen kann, so sind die hier zurückgebliebenen Expeditionsmitglieder für $1^1/_2$ Jahre nebst den gegebenenfalls von der Weddell-See nach der Roß-See durchstoßenden Teilnehmern der Hauptexpedition auf den gelandeten Proviant wie auf den Dauerproviant der früheren englischen Expeditionen angewiesen. Da gute Hütten und Brennmaterial vorhanden sind, so dürfte dies mit Hilfe von Pinguinen und Robben wohl gelingen.

Viel ernster sieht die Lage der Hauptexpedition in der Weddell-See aus, falls nicht in diesen Tagen die Rückkehr des Schiffes »Endurance« gemeldet wird, das als überfällig betrachtet werden muß. Die Schiffahrt in der Weddell-See wird von Mitte März an durch die Bildung sich schnell verstärkenden Jungeises verhindert, so daß Schiffe um diese Zeit vom Eis besetzt werden, wie z. B. die »Deutschland« am 8. März 1912 in 74° S-Br. Die »Scotia«, welche am 13. März 1904 (weit östlicher unter Coates Land) noch aus dem Eis frei kam, wurde am 5. Mai aus Kapstadt gemeldet. Falls Shackleton im April nach Süd-Georgien zurückgekehrt wäre, würde auch schon eine Nachricht nach Buenos Aires im Laufe des Monats Mai übermittelt worden sein. So besteht also keine wesentliche Aussicht, daß die »Endurance« jetzt noch gemeldet wird, und man muß annehmen, daß das Schiff entweder auf der Rückfahrt vom Eis besetzt worden ist und mit ihm triftet, oder daß es im Süden festgehalten oder verloren gegangen ist. Die unklare Situation des Schiffes bedingt jedenfalls die Entsendung einer Hilfsexpedition auch in die Weddell-See[1]).

Die Ereignisse bei der Shackleton-Expedition beweisen von neuem, daß es bei der Erforschung der Antarktis nicht angängig ist, das Schiff im hohen Süden überwintern zu lassen. Scott hatte 1902/03 die »Discovery« in der »Discovery«-Bucht im inneren Mac Murdo-Sund einfrieren lassen, was zur Folge hatte, daß das Schiff im nächsten Sommer nicht frei kam und kostpielige Entsatzexpeditionen bedingte. Bei seiner 2. Expedition 1911 hatte Scott dann ebenso wie früher Shackleton und gleichzeitig Amundsen das Expeditionsschiff nach Norden zurückgesandt. Das Expeditionsschiff der 1. Deutschen Süd-

---

[1]) Während des Druckes geht die Nachricht ein, daß Shackleton am 31. V. in Port Stanley gelandet ist. „»Endurance« wurde am 27. Oktober 1915 mitten im Weddell-Meer zerquetscht und trieb hierauf 700 Sm im Eis bis zum 9. April. Am 16. April landeten wir auf der Elephanten-Insel. Am 24. April ließ ich 22 Mann in einer Eishöhle zurück und begab mich mit 5 Mann in einem Boot von 22 Fuß Länge nach Süd-Georgien, um Hilfe zu holen. Als ich die Insel verließ, waren alle wohl, brauchen aber dringend Hilfe."

polar-Expedition unter v. Drygalski war durch einen Sturm zwischen Blaueis-Bergen festgekommen und wurde nur durch einen günstigen Zufall, daß sich die Eisstauung löste, am Ende des nächsten Sommers frei. Wie unangenehm die Situation für ein Schiff am Rande des Inlandeises werden kann, haben wir auf der 2. Deutschen Südpolar-Expedition 1912 vor Prinzregent-Luitpold-Land erlebt. Ein kleiner, natürlicher Hafen, der zwischen dem Inlandeis und der Eisbarriere zur Überwinterung ausersehen war, veränderte seinen Charakter im Februar vollständig durch das Abtreiben großer Teile der Eisbarriere. Sowie sich Jungeis Anfang März bildete, wurde das Schiff davon besetzt und befand sich in Gefahr, entweder gegen den Rand des Inlandeises gepreßt zu werden, oder aber mit dem Jungeis aus der Bucht herauszutreiben, so daß bei der Bewegungsunfähigkeit des Schiffes ein Zusammenstoß mit den vor der Bucht treibenden Eisbergen unvermeidlich schien. Es ist das große Verdienst des verstorbenen Kapitäns der »Deutschland« R. Vahsel, die Situation noch rechtzeitig erkannt zu haben; dadurch, daß er das Schiff aus der Jungeisscholle herausarbeitete und am nächsten Tage darauf drängte, mit dem Schiff nach Norden zu fahren, hat er wahrscheinlich Schiff und Mannschaft vor dem Untergang bewahrt.

So sollte es denn bei der Ausführung späterer Expeditionen ins Südpolargebiet zum Grundsatz gemacht werden, stets das Schiff zurück in einen eisfreien Hafen zu senden. W. Brennecke.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

J. van Roon: **Zeevaartkundige Tafelen voor Waarnemingen nabij den Meridiaan.** 8⁰. 60 S. Te Helder 1914. C. de Boer, Jr.

Die Tafelsammlung will die Berechnung der Polhöhe aus Circummeridianhöhen erleichtern. Sie schließt sich eng an die bekannte Entwicklung an: $\varphi = \delta + z - c_1 + c_2$, wo

$$c_1 = 2 \sin^2 \frac{t}{2} \cos\varphi \cos\delta \operatorname{cosec}(\varphi - \delta) : \sin 1' \quad \text{und}$$

$$c_2 = 2 \sin^4 \frac{t}{2} \left[\cos\varphi \cos\delta \operatorname{cosec}(\varphi - \delta)\right]^2 \operatorname{cotg}(\varphi - \delta) : \sin 1'$$

ist. Der Verfasser bezeichnet den Stundenwinkel mit P, Polhöhe und Deklination mit b und d, b — d mit N und setzt $2 \sin^2 \frac{t}{2} : \sin 1' = 3437.75 \text{ sinvers P}$.

so daß $$c_1 = 3437.75 \text{ sinvers P} \cos b \cos d \operatorname{cosec} N$$
wird. Tafel I enthält die Grenzen der Stundenwinkel für Circummeridianbeobachtungen. Tafel II den Wert log 3437.75 sinvers P, Tafel III die log cos, log cosec, log sec und log sin innerhalb der Grenzen der Tafel I und Tafel IV gibt den Wert der ersten Korrektion, d. h. die numeri für log 3437.75 sinvers P · cos b · cos d · cosec N. In Tafel V findet man dann die zweite Korrektion c_2 mit den Argumenten N und c_1. Das Azimut wird mit Hilfe der Tafel III nach der Formel
$$\sin T = \sin P \cos d \sec h$$
gefunden.

Der Fehler, der dadurch entsteht, daß man die erste und zweite Korrektion zunächst mit der gegißten statt mit der wahren Breite entnehmen muß, wird schließlich durch die in Tafel VI gebrachte Korrektion berücksichtigt, in die man mit dem Azimut und dem Unterschied zwischen gegißter und berechneter Breite eingeht. Dr. M.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Dreis, J.: *Die Wunder der Atmosphäre.* 8⁰. 96 S. m. 35 Abbildgn. Leipzig 1916. Th. Thomas, Verlag. 1.00 *M.*

Physik.

Berg, A.: *Ätherströmungs- und Ätherstrahlungshypothese z. Erklärung der kosm. Strahlungserscheinungen mit besonderer Berücksichtig. d. Erde, d. Jupiter u. vor allem d. Sonne.* 8⁰. VIII, u. 253 S. München 1916. Verlag Natur u. Kultur. 3.50 *M.*

Verschiedenes.

Fritze, G. A.: *Das Schicksal der Seekabel im Kriege und die Leistungen der deutschen Seekabel-Industrie in Vergangenheit und Zukunft.* 8⁰. 64 S. Essen 1916. G. D. Baedeker. 1.00 *M.*

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Über die Windverhältnisse in den höheren Luftschichten nach den Pilotballonbeobachtungen in Triest. E. Mazelle. »Denkschr. Akad. d. Wissensch. Wien« 1915, 92. Bd.
Die Windgeschwindigkeit auf dem Brockengipfel. G. Hellmann. »Veröffentl. Preuß. Meteorol. Institut« 1916, Nr. 290.
Cyclonale storing ten zuiden van 20° N. B. tusschen 40° en 45° W. L. op 11. September 1915. »De Zee« 1916, Nr. 4.
Häufigkeit und Dauer der Niederschläge. G. Hellmann. »Veröffentl. Preuß. Meteorol. Institut« 1916, Nr. 290.
Darstellung von Niederschlagsvariationen nach Monatswerten. B. J. Birkeland. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 4.
Über Regenwindrosen und über den Anteil des Schnees an der Gesamtmenge des Niederschlages. Schwalbe. Ebenda.
Sehr starke Verdunstung in kurzer Zeit. W. Knoche. Ebenda.
Zur Gewittervorhersage. A. Gockel. »Das Wetter« 1916, Hft. 4.
Der Einfluß des Geländes auf die Bildung von Hagelwolken. R. Greipel. Ebenda.
Das Unwetter vom 31. Januar 1913 mit eigenartig örtlichem Auftreten von Sturm, Staubfall, Eisregen, Glatteis, Hagel, Graupeln und Schnee. C. Kaßner. »Veröffentl. Preuß. Meteorol. Institut« 1916, Nr. 290.
Der Einfluß der Schmelzwärme auf das Klima von Wien. W. Schmidt. »Sitz.-Ber. Akad. d. Wissensch. Wien« 1915, Abt. IIa, 124. Bd., 5. Hft.

Meeres- und Gewässerkunde.

Die Gezeiten, Seiches und Strömungen des Meeres bei Aristoteles. A. Endrös. »Sitz.-Ber. Akad. d. Wissensch. München« 1915, Hft. III.
Experimentelle Untersuchungen zur Entstehung von Sprungschichten. A. Merz. »Ztschr. d. Gesellsch. f. Erdkde., Berlin« 1916, Nr. 4.

Reisen und Expeditionen.

De trans-antarctische expeditie. »Tijdschr. Nederl. Aardrijksk. Genootschap« 1916, Mei 15.

Fischerei und Fauna.

The whale fisheries of the world. C. Rabot. »Annual rep. Smithson. Institut« 1913.

Die Niederelbische Küstenfischerei. E. Sterner. »Der Fischerbote« 1916, Nr. 3/4.
Eine Versuchsfischerei an der brasilianischen Küste. N. Lorenzen. »Mitteil. Deutsch. Seefisch.-Verein« 1916, Nr. 1/4.

Physik.

Über die Richtkraft eines rotierenden, geführten Kreisels. A. Lechner. »Sitz.-Ber. Akad. d. Wissensch. Wien« 1915, Abt. IIa, 124. Bd., 5. Hft.
Die Bahn der Schallstrahlen in der Luft unter dem Einfluß der Temperatur. V. Kommerell. »Physikal. Ztschr.« 1916, Nr. 9.
Die elektrische Leitfähigkeit der Atmosphäre vor Gewittern. W. Budig. »Veröffentl. Preuß. Meteorol. Institut« 1916, Nr. 290.
Über eine graphische Rechentafel zur Berechnung der luftelektrischen Leitfähigkeit. E. Barkow. Ebenda.
Über die atmosphärische Quelle der durchdringenden Strahlung. F. Linke. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 4.
Drahtlose Telegraphie und Telephonie. Einfluß atmosphärischer Störungen auf die Ausbreitung elektrischer Wellen. »Elektrotechn. Ztschr.« 1916, Hft. 16.
Über die Hypothese, welche der Poisson'schen Theorie des Schiffsmagnetismus zugrunde liegt, und über die Unzulässigkeit derselben. V. de Giaxa. »Sitz.-Ber. Akad. d. Wissensch. Wien« 1915, Abt. IIa, 124. Bd., 10. Hft.
The earth's magnetism. L. A. Bauer. »Annual-Rep. Smithson. Institut.« 1913.
Ergebnisse der Messungen in den Jahren 1913 und 1915 an Säkularstationen der Magnetischen Landesaufnahme. A. Nippoldt. »Veröffentl. Preuß. Meteorol. Institut« 1916, Nr. 290.
Vorläufige Mitteilungen über die Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in Potsdam und Seddin im Jahre 1915. A. Schmidt. Ebenda.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Concours pour le réglage des chronomètres à Genève en 1915. (Schluß.) »Journ. Suisse d'Horlog« 1916, Mai.
Eenige opmerkingen over de theorie van het kompas. J. van Roon. »De Zee« 1916, Nr. 5.
Der Kompaß in der Entwicklung unserer Kultur. A. Nippoldt. »Weltall« 1915/16, Hft. 3/4.
Ein Lokalvariometer für die Vertikalintensität. A. Schmidt. »Veröffentl. Preuß. Meteorol. Institut« 1916, Nr. 290.

Über ein Vertikalvariometer mit Eisenstäben. O. Venske. Ebenda.
Zur Behandlung und Erhaltung geteilter Kreise und versilberter Glasspiegel. R. Rosenlecher. »Sirius« 1916, Hft. 4/5.

Astronomie, terrestrische und astronomische Navigation.

Hoogteparallel en hoogtekoomme. D. Mars. »De Zee« 1916, Nr. 5.
Steershoogten zonder kim. S. J. Schoorl. Ebenda. Nr. 4.
Chronometer standbepaling en foutieve kimduiking. C. de Korver. Ebenda. Nr. 4.

Küsten- und Hafenbeschreibung.

Heen en terug door Straat Magellan. C. de Korver. »De Zee« 1916, Nr. 4.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Twenty years progress in marine construction. A. Gracie. »Annual-Rep. Smithson. Institut.« 1913.
Betriebserfahrungen mit Motorschiffen. »Motorschiff u. Motorboot« 1916, Nr. 10.
Aufbewahrung von feuergefährlichen Flüssigkeiten an Bord. Ebenda. Nr. 9.

Handelsgeographie und Statistik.

Die Handelsschiffahrt der Vereinigten Staaten. E. Schultze. »Überall« 1916, Hft. 8.
Schiffahrtsverhältnisse Österreich-Ungarns zu der Levante und den Balkanstaaten bis zum Ausbruche des Weltkrieges. A. Frankfurter. (In ungar. Sprache.) »A Tengar« 1916, April/Mai.
Handel u. Schiffahrt in Dänemark i. d. Jahren 1913 u. 1914. »Dtsch. Handels-Archiv« 1916, April.
Handels- u. Schiffahrtsbericht d. Kaiserl. Konsulats in Monrovia f. d. Jahre 1913 u. 1914. Ebenda.

Verschiedenes.

Die Leistungsfähigkeit der atmosphärischen Flut. F. Göschl. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 4.
Die Auffindung des Wracks der »Assistance« von den Franklin-Entsatzfahrten 1850—1854. R. Franke. »Peterm. Mitteil.« 1916, April.

Die Witterung an der deutschen Küste im April 1916.

(Amtlich)

In seinen Monatswerten kennzeichnete sich der Monat April bei annähernd normalem Luftdruck als ziemlich mild und trüb und im ganzen als ziemlich feucht, hinsichtlich der gemessenen Niederschläge; die Winde waren auf die Himmelsrichtungen verhältnismäßig gleichmäßig verteilt, die Luftbewegung blieb unter den vieljährigen Werten, soweit solche zum Vergleich herangezogen wurden.

Mittel, Summen und Extreme
aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm +						Lufttemperatur, °C.					Zahl der	
		Mittel		Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br.										
		red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom 30j. Mittel	Max.	Dat.	Min.	Dat.	8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom 15j. Mittel	Frosttage (Min. <0°)	Eistage (Max. <0°)
Borkum	7.7 m	58.7	—1.3	71.0	1.	39.2	18.	7.4	10.0	7.7	7.9	+1.1	0	0
Wilhelmshaven	8.5	58.9	—1.3	71.1	25.	39.9	18.	7.0	10.1	7.7	7.8	+0.9	0	0
Keitum	8.4	58.6	—1.3	71.6	25.	39.9	18.	6.4	10.0	6.5	7.1	+1.2	0	0
Hamburg	26.0	59.0	—1.1	71.7	25.	40.4	18.	6.7	11.8	9.6	8.8	+1.4	0	0
Kiel	47.2	59.2	—0.9	71.8	25.	41.1	19.	6.1	10.3	7.2	7.7	+1.8	0	0
Wustrow	7.0	59.2	—0.9	72.5	27.	40.9	13.	6.2	9.7	7.2	7.2	+1.3	0	0
Swinemünde	10.0	59.3	—1.1	73.3	27.	42.2	13.	7.0	10.2	7.7	7.8	+1.5	0	0
Rügenwaldermünde	6.9	59.3	—1.2	74.4	27.	42.8	13.	6.3	8.7	6.4	6.7	+1.5	0	0
Neufahrwasser	4.5	59.5	—1.2	75.6	27.	44.3	13.	7.0	9.3	7.3	7.6	+1.6	1	0
Memel	9.6	59.8	—0.8	76.7	27.	45.0	13.	6.1	10.8	7.7	7.6	+2.2	2	0

Stat.	Temperatur-Extreme						Temperatur-Änderung			Feuchtigkeit				Bewölkung				
	Mittl. tägl.		Absolutes monatl.				von Tag zu Tag			Absolute Mittel mm	Relative, %			8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
	Max.	Min.	Max.	Tag	Min.	Tag	8h V	2h N	8h N		8h V	2h N	8h N					
Bork.	10.8	5.1	19.9	28.	2.7	6.	1.1	2.0	1.3	6.7	84	75	83	5.9	5.1	4.6	5.2	—0.8
Wilh.	12.0	4.4	21.1	28.	1.4	15.	1.5	2.1	1.2	6.6	85	74	85	6.4	6.5	5.3	6.1	+0.1
Keit.	11.0	4.0	20.4	28.	0.2	6.	1.1	1.8	1.7	6.9	90	82	91	5.8	4.9	4.7	5.1	—0.9
Ham.	13.2	5.1	21.1	4.	1.5	17.	1.5	2.5	1.8	6.0	81	59	69	6.3	6.1	4.3	5.6	—0.8
Kiel	10.9	3.9	17.4	4.	0.4	17.	1.3	1.9	1.4	6.2	86	69	80	5.7	5.3	3.9	5.0	—1.3
Wus.	11.5	4.2	19.4	4.	0.2	15.	1.2	2.7	1.9	6.3	86	73	81	5.6	4.5	4.5	4.9	—1.4
Swin.	11.3	4.9	20.5	4.	1.3	7.	1.5	2.5	2.1	6.3	83	69	81	5.1	5.0	4.5	4.9	—1.4
Rüg.	10.0	3.5	21.4	4.	—2.1	8.	1.8	3.6	2.1	6.3	87	78	85	7.2	5.9	4.9	6.0	0.0
Neuf.	11.0	4.3	20.7	5.	—0.2	8.	1.9	3.1	2.3	6.2	82	73	80	5.9	6.9	5.4	6.0	—0.5
Mem.	12.0	3.8	21.9	29.	—3.3	8.	2.0	4.0	2.8	6.2	84	66	80	6.7	6.6	6.9	6.8	—0.7

Stat.	Niederschlag, mm[1])						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit[2])			
	8h V — 8h N	8h N — 8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	mit Niederschlag ≧ mm				K u. T	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek.			Daten der Tage mit Sturm
							0.2	1.0	5.0	10.0					Mittel	Abw.	Sturmnorm	
Bork.	27	11	38	+ 4	13	18.	12	6	3	1	0	0	9	11	—	—	12.0	— n. Schätz. keine
Wilh.	22	16	38	+0.5	8	18.	11	6	5	0	0	0	9	13	5.2	—0.8	12.0	keine
Keit.	13	16	29	— 3	12	18.	9	7	2	1	0	0	8	8	3.9	—	12.0	keine
Ham.	26	25	51	+ 9	16	23.	16	10	3	2	2	0	9	11	4.6	—0.1	12.0	keine
Kiel	18	39	57	+17	15	22.	13	10	4	2	2	0	11	10	3.9	—1.0	12.0	keine
Wus.	26	9	35	+ 7	6	20.	10	9	2	0	2	0	10	5	—	—	12.0	— n. Schätz. keine
Swin.	27	13	40	+ 7	11	20.	13	10	2	1	0	0	5	5	4.3	—0.3	10.5	keine
Rüg.	11	17	28	— 1	6	12.	12	10	1	0	2	0	5	11	4.4	—	15.0	keine
Neuf.	23	33	55	+21	22	16.	12	8	2	2	1	0	6	11	4.4	—	12.0	6.
Mem.	27	31	58	+30	16	24.	16	12	3	3	0	0	3	12	3.9	—	12.0	keine

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	7	0	10	5	7	4	6	0	1	3	18	1	8	3	8	9	0	2.7	3.0	2.3
Wilh.	6	4	11	2	3	4	7	1	9	5	10	5	6	7	8	1	1	2.9	3.2	2.8
Keit.	4	1	7	1	2	3	9	6	9	5	6	6	7	6	6	8	4	2.8	3.5	2.8
Ham.	3	3	3	2	7	9	5	3	3	6	10	7	8	4	5	7	5	3.3	3.0	2.8
Kiel	4	0	12	4	7	1	13	0	14	4	8	3	10	1	7	0	2	2.4	3.1	2.5
Wus.	4	3	6	3	4	4	7	8	7	2	4	5	10	8	5	0	10	3.1	3.4	2.4
Swin.	10	9	13	2	1	4	13	3	3	1	11	2	9	4	4	1	0	3.2	3.8	2.6
Rüg.	1	4	14	7	2	2	11	6	6	5	9	6	8	3	2	3	1	3.2	3.6	2.7
Neuf.	16	5	2	5	2	4	2	14	3	5	6	4	5	2	2	12	1	2.8	3.6	2.7
Mem.	4	1	16	3	5	3	10	7	7	2	5	9	10	3	5	0	0	2.9	3.3	2.1

Meist trockenes Wetter herrschte bis zum 10., bis auf Regenfälle östlich von der Oder am 5., 6. und in der Nacht vom 9. zum 10., und ebenso war das Wetter vorwiegend trocken an der Nordsee vom 23., an der Ostsee vom 24. bis Monatsschluß; die zwischenliegende Zeit brachte täglich fast überall Regen bis auf den 16. an der Nordsee und den 15./17. an der Ostsee ostwärts bis zur Oder. Heiteres Wetter herrschte in großer Ausdehnung an der ganzen Küste am 1. bis 4., über dem Westen der Ostsee am 15. bis 17., von Rügen ostwärts am 22., sowie meist längs der ganzen Küste vom 24. bis 30. Ausgebreiteter Nebel stellte sich ein am 6. ostwärts bis Rügen, am 8. an der Nordsee, am 24.

[1]) Die Niederschlagswerte sind auf ganze Millimeter abgerundet.
[2]) Vgl. die Erläuterungen der Januar-Tabelle, »Ann. d. Hydr. usw.« 1905 S. 143.

und 25. über Pommern und Preußen, sowie am 26. an der ganzen Ostsee. Gewitter traten auf am 5. an der ostpreußischen Küste, am 18. über der westlichen Ostsee, sowie am 21. und 22. von der Weser bis zur Oder. Steife und vereinzelt stürmische Winde stellten sich über größerem Gebiete ein am 7. aus dem Südostviertel an der schleswig-holsteinschen Küste, am 10. aus dem Nordwestviertel zwischen Weser und Oder, sowie aus südlichen Richtungen am 17. von der Weser bis zur Trave.

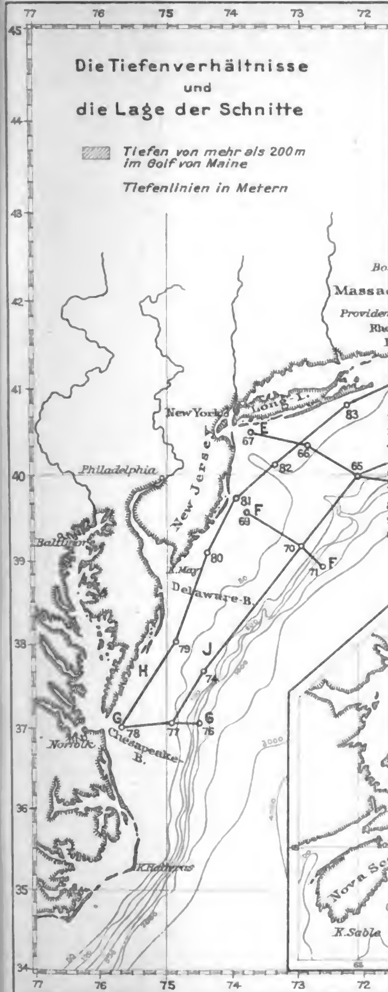
Während der angeführten, den Monat beginnenden wesentlich trockenen Periode stand die Küste zunächst unter dem Einfluß eines von Südosteuropa bis Großbritannien reichenden Hochdruckgebiets, das sich alsbald über ganz Mitteleuropa ausdehnte und dann nach Rußland zurückwich; in seinem Bereiche wehten am 2. bis 5. und im Osten noch am 6. schwache südöstliche Winde, die im ganzen ziemlich warmes Wetter und an der Ostsee die höchsten Temperaturen des Monats herbeiführten. Ein vom 4. bis 6. langsam Norddeutschland ostwärts durchquerender flacher Tiefdruckausläufer brachte vorübergehend vielenorts leichte Niederschläge und auf seiner Rückseite bei nordwestlichen Winden Abkühlung, welche am 5. in Ostpreußen die Gewitter hervorrief. In seinem Rücken folgte dem Tiefausläufer ein am 6. bis 8. über Skandinavien nach Rußland fortschreitendes Hochdruckgebiet nach, das auf seiner Vorderseite unserer Küste Winde aus hohen Breiten zuführte, die in den Tagen vom 6. bis 9. meist die niedrigsten Temperaturen des Monats und an der Ostsee am 8. sowie noch teilweise am 9. den einzigen Frost mit sich brachten. Ein zweiter, am 10. südostwärts über die Ostsee hinwegziehender Tiefdruckausläufer brachte im Osten Regenfälle, und zwischen Weser und Oder in großer Verbreitung steife Nordwestwinde, die an der Ostküste Schleswig-Holsteins bis Stärke 8 und 9 anschwollen.

Die anschließende allgemeine lange Regenzeit war durch verhältnismäßig geringe Wandlungen ihrer Wetterlage charakterisiert. Zwischen Hochdruckgebieten über Nordosteuropa und Südwesteuropa erstreckte sich ein Tiefausläufer über die Nordsee südostwärts in wechselnder Ausdehnung über Deutschland und teilweise über Frankreich und bis an die Alpen; ein anderes Tiefdruckgebiet erhielt sich dauernd über Südrußland und breitete sich zeitweise bis Ostdeutschland aus. Neben den verbreiteten täglichen Niederschlägen kennzeichneten sich diese Tage dadurch, daß die Temperaturen nur geringe Änderungen erfuhren und zur Zeit der Morgenbeobachtung den vieljährigen Werten meist innerhalb eines Grades entsprachen, abgesehen vom 16. bis 18. an der ostdeutschen Küste, wo diese Abweichungen vielfach 2° bis 3° und am 23. 5° bis 9° betrugen.

Der 23. April bildete den Übergang zu der nunmehr bis Monatsschluß währenden zweiten Trockenzeit des Monats. Der über die Nordsee südostwärts hinwegreichende Tiefdruckausläufer verlagerte sich nordostwärts auf der Vorderseite des von Südwesteuropa vordringenden Hochdruckgebiets; dieses breitete sich bald über ganz Mitteleuropa aus und beherrschte die Küste bis Monatsende; entsprechend war das Wetter seit dem 24. fast durchweg heiter und, wie angegeben, im Osten teilweise neblig; bei schwachen, seit dem 25. meist aus östlichen Richtungen wehenden Winden waren die Temperaturen fast durchweg hoch und erreichten am 28. und 29. teilweise ihre höchsten Monatswerte.

Druck und Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei, Berlin SW, Kochstraße 68—71.

Ozeanographische Beobachtung



SCHNITT B (1913)

Masolf von Maine — Ostbecken — German Bk.

Stat. 6 90 92 93 94 95 Stat.

TEMPERATUR °C

0 m — 50 — 100 — 150 — 200 — 250

15° 10° 9° 8° 7° 6° < 6° 6°

SALZGEHALT ‰

0 m — 50 — 100 — 150 — 200 — 250

33.0 ‰ 33.5 ‰ 34.0 ‰

Beob. Juli - Au 200 Kilometer

Druck der Deutschen Seewarte, Hamburg.

ste

N

CHN

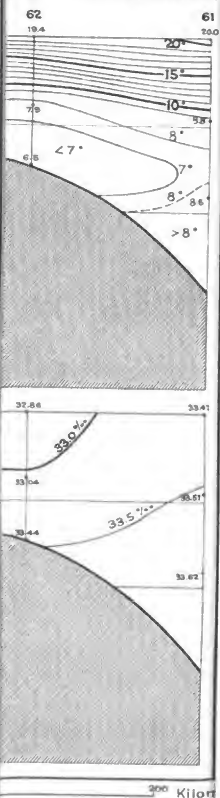
and

62

ste der Vereinigte

N SCHELF

CHNITT D



küste

DEN



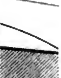


g Isla







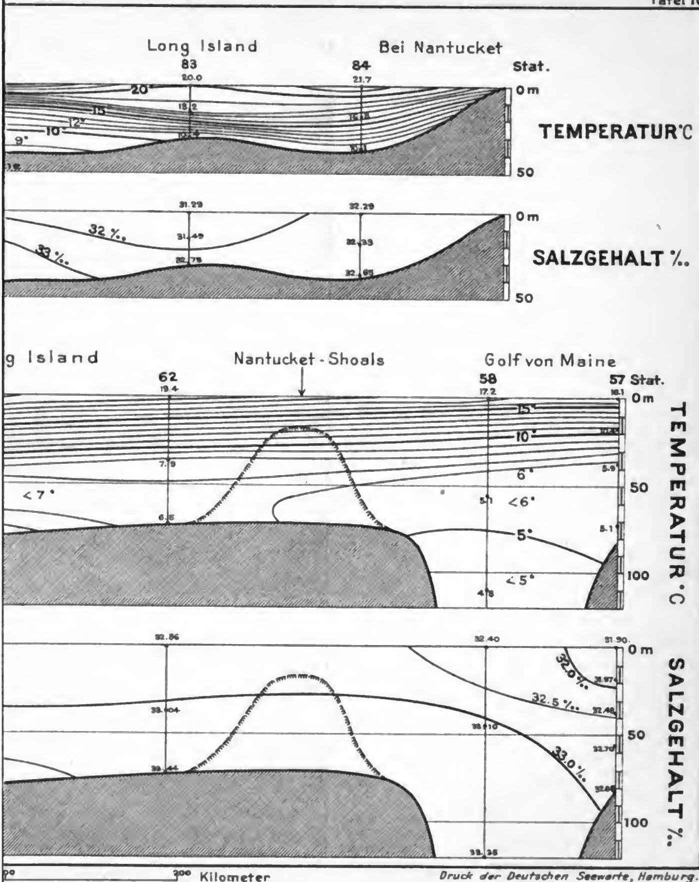




küste der Vereinigten Staaten

EN SCHELF

Tafel 10



Bericht über die neununddreißigste, auf der Deutschen Seewarte abgehaltene Wettbewerb-Prüfung von Marine-Chronometern (Winter 1915/16).

(Amtlich)

Die 39. Chronometer-Wettbewerb-Prüfung hat, wie in den Vorjahren, in der Abteilung IV der Deutschen Seewarte unter der Leitung des Vorstandes derselben, Professor Dr. Stechert, stattgefunden. Das Ergebnis der Prüfung ist in dem nachstehenden Bericht enthalten.

Die Beteiligung an der Prüfung war etwas größer als im Vorjahre; im ganzen waren 85 Chronometer von acht deutschen Firmen eingeliefert worden. Elf dieser Instrumente schieden in der Vorprüfung wieder aus. Die übrigen Chronometer verteilen sich auf folgende Einlieferer:

Chronometer-Werke-Hamburg	20	Chronometer.
Th. Knoblich-Hamburg	2	«
L. Kurtz-Münster i. W.	1	«
A. Lange & Söhne-Glashütte i. Sa.	20	«
F. Lidecke-Geestemünde	20	«
Union-Glashütte i. Sa.	11	«
F. Vetterlein-Glashütte i. Sa.	1	«
C. Wiegand-Peine	10	«

Bei sämtlichen Chronometern waren die in der »Aufforderung zur Beteiligung an der 39. Wettbewerb-Prüfung« bekannt gegebenen Bedingungen erfüllt. Der Bau der eingelieferten Instrumente war bezüglich der verwandten Unruhe, Spirale und Hemmung bei der vorliegenden Prüfung völlig gleichartig; es fand allgemein die Nickelstahlunruhe, Stahlspirale und Federhemmung Anwendung. Sämtliche eingelieferten Chronometer waren deutschen Ursprungs, es konnten mithin auch sämtliche Chronometer mit der Anwartschaft auf Preiserteilung in die Prüfung eingestellt werden.

Außer diesen Instrumenten wurden einige Chronometer in der gleichen Weise wie die Wettbewerb-Chronometer mitgeprüft.

Für die vor Beginn der Wettbewerb-Prüfung übliche Besichtigung waren folgende Sachverständige von der Deutschen Seewarte berufen worden:

Chronometermacher William Meier, Leiter der Chronometer-Werke-Hamburg,
Chronometermacher E. Sackmann-Altona,
Hof-Uhrmacher G. Schlesicky-Frankfurt a. M.,
Chronometermacher C. Wiegand-Peine.

Herr C. Wiegand übte die Obliegenheiten eines Sachverständigen aus an Stelle von Professor L. Straßer, der am Erscheinen verhindert war.

Im Auftrage des Reichs-Marine-Amtes waren erschienen der Wirkliche Admiralitätsrat und Vortragende Rat im Reichs-Marine-Amt Capelle, der Vorstand des Chronometer-Observatoriums in Kiel Korvettenkapitän a. D. Rottok und als Vertreter des Observatoriums in Wilhelmshaven der ständige Mitarbeiter Dr. Hessen. Weiter wohnte der Uhrmacher der Deutschen Seewarte W. Bröcking als Ersatz-Mitglied und als technischer Berater der Behörde der Sitzung bei. Außerdem nahm auf eigenen Wunsch an der sich später anschließenden Besprechung über Fragen aus dem Gebiete der Chronometrie der Chronometermacher G. Lidecke-Geestemünde teil. Endlich waren zugegen der Direktor der Deutschen Seewarte (Vorsitzender), der Hilfsarbeiter Dr. Möller und die Beamten der Abteilung IV.

Den Sachverständigen lag eine doppelte Aufgabe ob; erstens war festzustellen, ob bei sämtlichen Instrumenten die vorgeschriebenen Bedingungen über

Fortsetzung des Textes auf S. 356.

39. Chronometer-Wettbewerb

I	II	III	IV Tägliche						
Laufende Nr.	Name und Wohnort des Fabrikanten	Fabrik-Nr.	1915 Nov. 25 bis Dez. 3 30°	1915 Dez. 3 bis Dez. 11 25°	1915 Dez. 11 bis Dez. 19 20°	1915 Dez. 19 bis Dez. 27 15°	1915/16 Dez. 27 bis Jan. 4 10°	1916 Jan. 4 bis Jan. 12 10°	1916 Jan. 12 bis Jan. 20 15°
	Klasse I.		sek	sek	sek	sek	sek	sek	sek
1	Chronometer-Werke, Hamburg	765	+ 1.15	+ 0.86	+ 0.85	+ 0.84†	+ 1.14	+ 1.31	+ 1.22
2	F. Lidecke, Geestemünde	440	+ 0.63	+ 0.53	+ 0.68	+ 0.86	+ 0.81	+ 0.88	+ 0.84
3	A. Lange & Söhne, Glashütte i. Sa.	224	— 0.15	— 0.25	— 0.07	— 0.12	— 0.16	— 0.08	— 0.12
4	F. Lidecke, Geestemünde	427	+ 1.57	+ 1.26	+ 1.30	+ 1.40	+ 1.52	+ 1.65	+ 1.47
5	A. Lange & Söhne, Glashütte i. Sa.	172	— 1.09	— 0.90	— 0.64	— 0.55	— 0.49	— 0.39	— 0.39
6	A. Lange & Söhne, Glashütte i. Sa.	221	— 1.13	— 1.23	— 1.18	— 1.34	— 1.45	— 1.33	— 1.32
7	Chronometer-Werke, Hamburg	781	+ 1.47	+ 1.18†	+ 1.50	+ 1.53	+ 1.78	+ 1.84	+ 1.58
8	Chronometer-Werke, Hamburg	776	+ 0.48	+ 0.19	+ 0.42	+ 0.44	+ 0.69	+ 0.75†	— 0.43
9	Th. Knoblich, Hamburg	2715	— 0.93	— 1.02	— 1.06	— 1.14	— 0.92	— 0.84	— 1.06
10	Chronometer-Werke, Hamburg	764	— 0.02†	— 0.41	— 0.51	— 0.61	— 0.32	— 0.35	— 0.58
11	Chronometer-Werke, Hamburg	783	+ 0.49†	+ 0.12	+ 0.19	+ 0.13	+ 0.27	+ 0.38	+ 0.32
12	F. Lidecke, Geestemünde	444	+ 2.64	+ 2.30	+ 2.27	+ 2.40	+ 2.66	+ 2.80	+ 2.40†
13	A. Lange & Söhne, Glashütte i. Sa.	195	— 0.60	— 0.80	— 0.64†	— 1.04	— 0.97	— 0.82	— 0.67
14	C. Wiegand, Peine	47	+ 0.40†	+ 0.02	— 0.13	— 0.30	— 0.17	+ 0.03	— 0.21
15	Chronometer-Werke, Hamburg	650	+ 0.79†	+ 0.39	+ 0.32	+ 0.23	+ 0.26	+ 0.27	+ 0.24
16	Chronometer-Werke, Hamburg	784	+ 0.57	+ 0.27	+ 0.24	+ 0.21†	+ 0.61	+ 0.84	+ 0.56
17	Chronometer-Werke, Hamburg	785	+ 0.76	+ 0.49	+ 0.44	+ 0.48	+ 0.87	+ 1.01†	— 0.62
18	F. Lidecke, Geestemünde	338	+ 0.52	+ 0.62	+ 0.75	+ 0.80	+ 1.02	+ 1.07	+ 1.01†
19	Chronometer-Werke, Hamburg	778	+ 0.66	+ 0.31	+ 0.34	+ 0.52†	+ 0.92	+ 1.14	+ 0.58
20	A. Lange & Söhne, Glashütte i. Sa.	79	— 0.64	— 0.87	— 1.11	— 1.37	— 1.34	— 1.18	— 1.09
21	Chronometer-Werke, Hamburg	782	+ 1.34†	+ 0.89	+ 0.81	+ 0.70	+ 0.59	+ 0.43	+ 0.57
22	Union, Glashütte i. Sa.	11	— 1.19	— 0.84†	— 0.40	— 0.50	— 0.82	— 0.73	— 1.01
23	C. Wiegand, Peine	54	— 1.66	— 1.98	— 1.76	— 1.86	— 1.89	— 1.97	— 1.57
24	A. Lange & Söhne, Glashütte i. Sa.	147	— 0.24	— 0.44	— 0.37	— 0.42	— 0.49	— 0.29	+ 0.01
25	Chronometer-Werke, Hamburg	788	+ 1.40†	+ 1.05	+ 1.15	+ 1.19	+ 1.35	+ 1.47	+ 1.23
26	C. Wiegand, Peine	56	— 1.44	— 1.54	— 1.50	— 1.52	— 1.23	— 1.06	— 1.22
27	Chronometer-Werke, Hamburg	652	+ 0.75	+ 0.46	+ 0.56	+ 0.97†	+ 1.41	+ 1.56	+ 1.33
28	Chronometer-Werke, Hamburg	772	+ 1.48	+ 1.15	+ 1.14	+ 0.90	+ 0.91	+ 1.02†	+ 0.68
29	A. Lange & Söhne, Glashütte i. Sa.	175	— 0.38	— 0.72	— 0.94†	— 1.28	— 1.61	— 1.69	— 1.59
30	A. Lange & Söhne, Glashütte i. Sa.	225	— 1.24	— 1.59	— 1.50	— 1.55	— 1.40	— 1.28	— 1.35
31	F. Lidecke, Geestemünde	446	+ 2.53†	+ 2.08	+ 2.43	+ 2.49	+ 2.67	+ 2.68	+ 2.49
32	A. Lange & Söhne, Glashütte i. Sa.	223	— 1.16	— 1.19	— 0.88	— 1.08	— 1.16	— 1.02	— 1.34
33	F. Lidecke, Geestemünde	343	+ 0.37†	+ 0.04	+ 0.22	+ 0.34	+ 0.49	+ 0.48	+ 0.46
34	Chronometer-Werke, Hamburg	653	+ 1.16†	+ 0.68	+ 1.00	+ 0.73	+ 0.96	+ 1.24	+ 0.90
35	F. Lidecke, Geestemünde	448	+ 5.24†	+ 4.81	+ 4.78	+ 4.79	+ 5.04	+ 5.10	+ 4.8[illegible]
36	C. Wiegand, Peine	59	— 1.53	— 2.05	— 1.94	— 2.04†	— 1.42	— 1.22	— 1.49
37	F. Lidecke, Geestemünde	449	— 0.13	— 0.46	— 0.32	— 0.20	+ 0.17	+ 0.14	— 0.11
38	Union, Glashütte i. Sa.	31	— 1.45	— 1.64	— 1.69	— 2.23†	— 1.56	— 1.74	— 1.74
39	Chronometer-Werke, Hamburg	786	+ 0.42	+ 0.25	+ 0.48	+ 0.58†	+ 1.15	+ 1.17	+ 1.04
40	A. Lange & Söhne, Glashütte i. Sa.	173	— 1.14†	— 1.74	— 1.96	— 2.36	— 2.42	— 2.12	— 1.73
41	Chronometer-Werke, Hamburg	773	+ 0.56†	+ 0.06	— 0.11	— 0.22	+ 0.15	+ 0.24	— 0.14
42	Chronometer-Werke, Hamburg	780	+ 0.06	— 0.12	— 0.02	— 0.04	+ 0.46	+ 0.75†	+ 0.14
43	F. Lidecke, Geestemünde	333	— 0.54	— 0.84	— 0.61	— 0.45†	+ 0.11	+ 0.25	— 0.13
44	F. Lidecke, Geestemünde	314	+ 3.83	+ 3.72	+ 4.24	+ 4.11	+ 4.53	+ 4.74	+ 4.82†
45	Chronometer-Werke, Hamburg	787	+ 0.24	— 0.11	+ 0.05	+ 0.17†	+ 0.79	+ 0.94	+ 0.63
46	L. Kurtz, Münster i. W.	105	+ 0.74	+ 0.63	+ 0.22†	— 0.32	— 0.18	— 0.53	— 0.60
47	C. Wiegand, Peine	50	— 1.38	— 2.01	— 2.39	— 2.36†	— 1.66	— 1.58	— 2.03
48	F. Lidecke, Geestemünde	445	+ 2.87	+ 2.58	+ 3.00	+ 3.26	+ 3.65	+ 3.54	+ 3.50†
49	Union, Glashütte i. Sa.	21	— 1.43	— 1.34†	— 0.77	— 0.60	— 0.28	— 0.35	— 0.51
50	Chronometer-Werke, Hamburg	644	— 0.03	— 0.46	— 0.26	+ 0.01†	+ 0.66	+ 0.87	+ 0.51

Prüfung 1915/16. **Haupt-Gang-Tabelle.**

Gänge			V Auf die Mitte der Unter[s…] bezogene mittlere täglic[he …]		
1916 Jan. 20 bis Jan. 28	1916 Jan. 28 bis Febr. 5	1916 Febr. 5 bis Febr. 13			
20°	25°	30°	30°	25°	20°
sek	sek	sek	sek	sek	sek
+ 1.17	+ 1.17	+ 1.07	+ 1.11	+ 1.01*	+ 1.01
+ 0.71	+ 0.55†	+ 0.26	+ 0.45*	+ 0.54	+ 0.70
— 0.05	+ 0.06†	— 0.30	— 0.23*	— 0.10	— 0.06*
+ 1.37	+ 1.27†	+ 0.94	+ 1.25*	+ 1.27	+ 1.33
— 0.38	— 0.46†	— 0.76	— 0.92*	— 0.68	— 0.51
— 1.18	— 1.27†	— 1.55	— 1.34	— 1.25	— 1.18*
+ 1.41	+ 1.48	+ 1.28	+ 1.37	+ 1.33*	+ 1.45
+ 0.39	+ 0.41	+ 0.26	+ 0.37	+ 0.30*	+ 0.41
— 1.33	— 1.49†	— 1.80	— 1.36*	— 1.26	— 1.19
— 0.54	— 0.52	— 0.64	— 0.33*	— 0.47	— 0.52
+ 0.23	+ 0.29	— 0.03	+ 0.23	+ 0.21*	+ 0.21
+ 2.11	+ 2.07	+ 1.81	+ 2.22	+ 2.18*	+ 2.19
— 0.45	— 0.27	— 0.65	— 0.63	— 0.53*	— 0.54
— 0.16	+ 0.01	+ 0.03	+ 0.22*	+ 0.01	— 0.14
— 0.39	+ 0.53	+ 0.48	+ 0.63*	+ 0.46	+ 0.36
+ 0.43	+ 0.34	+ 0.09	+ 0.33	+ 0.30*	+ 0.33
+ 0.46	+ 0.55	+ 0.37	+ 0.56	+ 0.52	+ 0.45*
+ 0.64	+ 0.31	+ 0.26	+ 0.39*	+ 0.47	+ 0.69
+ 0.80	+ 0.68	+ 0.53	+ 0.59	+ 0.50*	+ 0.57
— 1.06	— 0.90†	— 1.19	— 0.91	— 0.89*	— 1.08
+ 0.95	+ 0.58	+ 0.70	+ 1.02*	+ 0.73	+ 0.88
— 1.39	— 1.41	— 1.38	— 1.29*	— 1.12	— 0.89
— 1.97	— 1.97†	— 2.51	— 2.09*	— 1.97	— 1.86*
— 0.28	— 0.65†	— 1.13	— 0.68*	— 0.54	— 0.32
+ 1.14	+ 1.04	+ 0.78	+ 1.09	+ 1.04*	+ 1.15
— 1.39	— 1.58†	— 2.06	— 1.75*	— 1.56	— 1.44
+ 1.16	+ 0.90	+ 0.65	+ 0.70	+ 0.68*	+ 0.86
— 0.85	+ 1.08	+ 1.04	+ 1.26*	+ 1.09	+ 1.00
— 1.45	— 1.20	— 1.09	— 0.73*	— 0.96	— 1.19
— 1.41	— 1.63†	— 2.21	— 1.73*	— 1.61	— 1.46
+ 2.32	+ 2.67	+ 2.81	+ 2.67	+ 2.37*	+ 2.38
— 1.18	— 0.72†	— 1.22	— 1.19	— 0.95*	— 1.03
+ 0.20	— 0.12	— 0.36	± 0.00	— 0.04*	+ 0.21
+ 0.85	+ 0.86	+ 0.78	+ 0.97	+ 0.77*	+ 0.92
— 4.63	+ 4.56	+ 4.49	+ 4.86	+ 4.68*	+ 4.71
— 1.46	— 1.49	— 2.08	— 1.80*	— 1.77	— 1.70
— 0.50	— 0.64†	— 1.18	— 0.65*	— 0.55	— 0.41
— 1.65	— 1.72	— 2.11	— 1.78	— 1.68	— 1.67
+ 0.97	+ 0.76	+ 0.45	+ 0.43*	+ 0.51	+ 0.72
— 1.67	— 1.71	— 1.85	— 1.50*	— 1.72	— 1.81
— 0.28	— 0.26	— 0.39	+ 0.08	— 0.10	— 0.19*
— 0.06	+ 0.01	— 0.09	— 0.01	— 0.05*	— 0.04
— 0.28	— 0.59	— 0.81	— 0.68	— 0.71*	— 0.44
+ 3.76	+ 3.66	+ 3.47	+ 3.65*	+ 3.69	+ 4.00
+ 0.48	+ 0.30	— 0.08	+ 0.08*	+ 0.10	+ 0.26
— 0.16	+ 0.32	+ 0.79	+ 0.77*	+ 0.47	+ 0.03
— 2.07	— 1.90	— 1.97	— 1.67	— 1.95	— 2.23*
+ 2.90	+ 2.55	+ 2.22	+ 2.54*	+ 2.56	+ 2.95
— 0.76	— 1.08	— 1.64	— 1.54*	— 1.21	— 0.77
+ 0.18	+ 0.14	— 0.23	— 0.13	— 0.16*	— 0.04

I Laufende Nr.	Name … Fa…
51	Union, Glash
52	Chronometer-
53	C. Wiegand,
	K
1	F. Lidecke, (
2	F. Lidecke, (
3	F. Lidecke, (
4	F. Lidecke, (
5	C. Wiegand,
6	A. Lange & S
7	C. Wiegand,
8	F. Lidecke, (
9	Union, Glash
10	F. Lidecke, (
11	A. Lange & S
12	A. Lange & S
13	F. Lidecke, (
14	A. Lange & S
15	A. Lange & S
	Kl
1	F. Lidecke, (
2	A. Lange & S
3	A. Lange & S
4	A. Lange & S
	K
1	Union, Glash
2	F. Lidecke, (
	Außer
	K
1	F. Lidecke, (
2	F. Lidecke, (
3	F. Lidecke, (
Eppner | Chrono…	
Tiede | meter c…	
Mittlere Dekade…	
Extreme der mit…	
Mittlere relative…	

die technis
Chronomete
teiligung a
halten sind
Nickelstahl
Besichtigun
daß keine
technischer
gelieferten
demnach in
Vor
einer Lage

II und Wohnort des brikanten	III Fabrik-Nr.	IV 1915 Nov. 25 bis Dez. 3 30°	1915 Dez. 3 bis Dez. 11 25°	1915 Dez. 11 bis Dez. 19 20°	1915 Dez. 19 bis Dez. 27 15°	1915/16 Dez. 27 bis Jan. 4 10°	1916 Jan. 4 bis Jan. 12 10°	Tägliche 1916 Jan. 12 bis Jan. 20 15°
		sek	sek	sek	sek	sek	sek	sek
ütte i. Sa.	32	— 0.70†	— 1.37	— 1.64	— 1.97	— 2.14	— 1.96	— 1.98
Werke, Hamburg	762	— 0.03	— 0.06	+ 0.29	+ 0.51†	+ 1.09	+ 1.41	+ 1.06
Peine	55	+ 1.07	+ 0.65	+ 0.88	+ 0.79†	+ 1.50	+ 1.93	+ 1.49
lasse II.								
Geestemünde	429	+ 4.19	+ 4.22	+ 4.26	+ 4.36	+ 4.58	+ 4.24	+ 3.90†
Geestemünde	426	+ 1.12	+ 0.69	+ 0.74	+ 0.70	+ 0.79	+ 0.84	+ 0.39
Geestemünde	428	+ 5.80	+ 5.43	+ 5.55†	+ 6.14	+ 6.04	+ 5.90	+ 5.59
Geestemünde	336	+ 2.58†	+ 1.68	+ 1.70	+ 1.80	+ 2.00	+ 2.23	+ 1.90
Peine	51	— 2.32†	— 3.01	— 3.08	— 2.85	— 2.45	— 2.31	— 2.62
öhne, Glashütte i. Sa.	176	— 1.39	— 2.06	— 2.72†	— 3.51	— 3.71	— 3.67	— 3.53
Peine	52	+ 0.15	— 0.37	— 0.20	— 0.70†	+ 0.13	— 0.02	— 0.32
Geestemünde	439	+ 1.96	+ 1.88	+ 1.89	+ 2.32	+ 2.89	+ 3.36	+ 2.89†
ütte i. Sa.	28	+ 0.16†	— 0.79	— 1.06	— 1.76	— 1.41	— 1.25	— 1.28
Geestemünde	443	+ 0.12†	— 0.74	— 0.67	— 0.17	+ 0.25	+ 0.40	+ 0.26
öhne, Glashütte i. Sa.	180	— 1.89	— 2.49	— 3.12†	— 4.08	— 4.29	— 4.00	— 3.73
öhne, Glashütte i. Sa.	188	— 4.42†	— 5.55	— 6.16	— 6.73	— 6.45	— 5.98	— 6.48
Geestemünde	441	+ 0.91	+ 0.58	+ 0.86	+ 1.30	+ 1.95	+ 2.08†	+ 0.93
öhne, Glashütte i. Sa.	187	— 2.48†	— 3.81	— 4.69	— 5.72	— 5.74	— 5.59	— 5.34
öhne, Glashütte i. Sa.	178	— 2.15†	— 3.50	— 4.48	— 5.72	— 5.84	— 5.47	— 4.98
lasse III.								
Geestemünde	442	+ 1.91†	+ 1.14	+ 0.96	+ 0.35	+ 0.33	+ 0.29	+ 0.14
öhne, Glashütte i. Sa.	177	— 1.43	— 2.12	— 2.60†	— 3.65	— 4.00	— 3.70	— 3.45
öhne, Glashütte i. Sa.	186	— 3.76	— 4.76	— 5.78†	— 6.96	— 7.32	— 7.16	— 6.86
öhne, Glashütte i. Sa.	174	— 1.13	— 2.27	— 3.15†	— 4.54	— 5.13	— 5.04	— 4.66
lasse IV.								
ütte i. Sa.	16	— 3.56	— 3.85	— 3.92	— 4.08	— 3.99	— 4.08	— 4.22
Geestemünde	308	+ 5.52	+ 5.49	+ 5.01	+ 6.55	+ 6.76	+ 5.92	+ 7.13†
Wettbewerb.								
Klasse I.								
Geestemünde	430	+ 3.54	+ 3.48	+ 3.36	+ 3.17	+ 3.13	+ 3.22†	+ 2.97
Geestemünde	447	+ 2.59	+ 2.35	+ 2.14	+ 2.50	+ 2.85	+ 2.93	+ 2.46
Geestemünde	335	+ 2.88†	+ 2.34	+ 2.15	+ 2.12	+ 2.44	+ 2.61	+ 2.42
metrische Thermo-		+ 157.71	+ 93.92	+ 35.41	— 28.00	— 83.90	— 101.22	— 50.49
ohne Kompensation		+ 163.85	+ 105.43	+ 63.48	— 10.79	— 68.30	— 82.54	— 33.70
ntemperatur, Cels.		30.5°	25.4°	20.5°	15.6°	11.1°	10.4°	14.6°
d. Tagestemperatur		30.0–30.7	25.0–26.0	20.0–21.5	14.5–16.5	10.2–12.7	8.5–12.0	13.5–17.7
Feuchtigkeit in %		43	47	48	52	76	80	65

che Ausführung erfüllt waren; sodann war zu entscheiden, ob die er den Anforderungen genügen, die in der Aufforderung zu der Ben der 39. Wettbewerb-Prüfung über den »deutschen Ursprung« entl, d. h. ob die Instrumente, abgesehen von Palladium-Spirale und nruhe, »rein deutschen Ursprungs« sind. Nach einer eingehenden g durch die Sachverständigen wurde vom Vorsitzenden festgestellt, Veranlassung vorliegt, eine Ausschließung wegen nicht genügender Ausführung vorzunehmen, oder den »deutschen Ursprung« der ein-Instrumente in Zweifel zu ziehen. Sämtliche Instrumente konnten die Prüfung eingestellt werden.

Beginn der Temperaturuntersuchung wurden die Chronometer zunächst nprüfung bei 25° Neigung unterzogen, um den Unterschied zwischen

Gänge			V Auf die Mitte der Un bezogene mittlere tä		
1916 Jan. 20 bis Jan. 28	1916 Jan. 28 bis Febr. 5	1916 Febr. 5 bis Febr. 13			
20°	25°	30°	30°	25°	20°
sek	sek	sek	sek	sek	sek
−1.62	−1.42	−1.40	−1.05*	−1.39	−1.63
+0.81	+0.41	−0.08	−0.05*	+0.17	+0.55
+1.02	+1.12	+0.44	+0.76*	+0.89	+0.95
+3.52	+3.42	+3.16	+3.67*	+3.82	+3.89
+0.18	+0.25†	−0.26	+0.43*	+0.47	+0.46
+5.29	+4.92	+4.52	+5.16*	+5.17	+5.42
+1.88	+1.80	+1.74	+2.16*	+1.74*	+1.79
−2.57	−2.95	−3.12	−2.72	−2.98*	−2.82
−3.02	−2.67	−2.50	−1.94*	−2.37	−2.87
−0.31	−0.17	+0.01	+0.08*	−0.27	−0.25
+1.95	+1.60	+1.26	+1.61*	+1.74	+1.92
−0.73	−0.57	−0.10	+0.03*	−0.68	−0.90
+0.20	0.00	−0.21	−0.05	−0.37*	−0.24
−3.33	−3.24	−3.09	−2.49*	−2.86	−3.23
−6.34	−6.07	−5.95	−5.18*	−5.81	−6.25
+0.64	+0.43	+0.06	+0.49*	+0.50	+0.75
−4.56	−4.25	−4.07	−3.28*	−4.03	−4.62
−4.10	−3.68	−3.56	−2.86*	−3.59	−4.29
+0.23	+0.45	+0.29	+1.10*	+0.80	+0.59
−3.23	−3.04	−2.88	−2.15*	−2.58	−2.91
−6.06	−5.68	−5.59	−4.67*	−5.22	−5.92
−3.73	−3.18	−2.83	−1.98*	−2.72	−3.44
−4.27	−4.99†	−5.79	−4.68*	−4.42	−4.09
+8.71	+8.26	+7.64	+6.58	+6.87*	+6.86
+2.77	+2.93	+2.81	+3.18	+3.21*	+3.06*
+2.16	+2.14†	+1.60	+2.09*	+2.24	+2.15
+2.29	+2.23	+1.92	+2.40	+2.29	+2.22*
+15.80	+78.24	+137.13	+147.42	+86.08	+25.60
+32.58	+90.66	+150.55	+158.20	+98.04	+48.03
19.6°	24.8°	29.5°	30.0°	25.1°	20.0°
19.1-20.5	24.0-25.8	28.6-30.2			
63	58	49			

Flachgang und geneigtem Gang und zwis Neigungen festzustellen. Sodann wurden prüfung bei Zimmertemperatur unterwor dem Zweck, den Gangunterschied zwischen Zugfeder festzustellen. Chronometer, die prüfungen nicht genügten, schieden aus de

Nach Beendigung der erwähnten Vor mählich auf 30° C erwärmt. Sodann wurd

30° 25° 20° 15° 10° 1

je 8 Tage lang festgehalten; beim Überga folgenden wurden stets allmähliche Tempera

des letzten Al 30° C bis auf

Gleichz kompensierte uhren der Ab meter sind a Sekunden aus Ablesungen d die Extreme temperaturen. Koppeschen apparates an

Die Ch an jedem zw teilung IV de Herstellung e Beobachter a zweite Vergle den Uhrvergl Witterung es

Nach I Chronometer erlassenen Be Prüfung) vor Tabelle enth ausgeführt w

„Nach überhaupt als für die die H festgesetzt w

A + 2 I

Diese Gängen, die — Zur Bestim Gänge paarwe schied dieser Unterschied abschnitten, abschnitte un Prüfung üb abschnittes, s

In die berücksichtig dem Sinne: » Temperatur« (Akzeleration) bildet, die wä Prüfungsabsc Anzahl der z das Ergebnis

…schnittes (Februar 13 bis 19) wurde die Temperatur allmählich von Zimmertemperatur vermindert.

…eitig mit den Chronometern wurden die Thermochronometer (nicht …Chronometer) Eppner Nr. 20 und Tiede Nr. 108 mit den Normal… …teilung IV verglichen. Die mittleren täglichen Gänge dieser Chrono… …m Fuße der Tabelle angegeben. Unter den Spalten, die diese in …gedrückten Werte enthalten, folgen alsdann die aus den täglichen …r meteorologischen Instrumente gebildeten Mitteltemperaturen sowie …ler während der betreffenden Dekade beobachteten mittleren Tages… In der letzten Reihe sind schließlich die Mittelwerte der an den …Hygrometern abgelesenen Zahlenwerte im Innern des Prüfungs… …gegeben.

…ronometer wurden während der Prüfung wie in früheren Jahren …eiten Tage um 10 Uhr vormittags mit den Normaluhren der Ab… …er Deutschen Seewarte auf chronographischem Wege verglichen. Zur …einer unabhängigen Kontrolle wurde außerdem von einem anderen …n den Tagen, an denen ein neuer Temperaturabschnitt begann, eine …ichung in unmittelbarem Anschluß an die erste vorgenommen. Die …eichungen zugrunde liegenden Zeitbestimmungen wurden, wenn die … gestattete, in viertägigen Zwischenräumen ausgeführt.

…eendigung der Prüfung wurde die Ableitung der für die Güte der …maßgebenden Zahlen sowie die Einteilung in Klassen auf Grund der …stimmungen (Aufforderung zur Beteiligung an der 38. Wettbewerb… …enommen. Das Ergebnis dieser Rechnungen ist in der nachfolgenden …lten. Die Bestimmungen selbst, nach denen diese Berechnungen …rden, lauten:

…beendigter Prüfung werden sämtliche Chronometer, soweit sie sich … brauchbar für die Schiffahrt erweisen, in vier Klassen eingeordnet, …öchstbeträge der weiter unten erklärten Gütezahlen folgendermaßen …rden sind:

Klasse	I	II	III	IV
… + C	2.50sek	5.00sek	6.50sek	10.00sek
B	0.75sek	1.20sek	1.60sek	2.50sek
C	0.010sek	0.015sek	0.025sek	0.050sek

…rößen A, B und C werden berechnet aus den mittleren täglichen …während der einzelnen Prüfungsabschnitte beobachtet worden sind. …mung der Größe A werden die bei gleichen Temperaturen erhaltenen …ise zu einem Mittelwerte vereinigt; es wird dann der größte Unter… … Mittelwerte gleich A gesetzt. — Bezeichnet ferner B′ den größten …der täglichen Gänge von zwei aufeinander folgenden Prüfungs… … den Unterschied der Temperatur während dieser beiden Zeit… …l T den Unterschied der höchsten und niedrigsten während der …rhaupt vorgekommenen mittleren Temperatur eines Prüfungs… … ist

$$B = B' - \frac{\tau}{T} \cdot A \,.$$

…ser Formel sind die algebraischen Vorzeichen von B′ und A zu …en. Bei der Ableitung von A und B′ werden die Vorzeichen in …Gangwert bei höherer Temperatur minus Gangwert bei niedrigerer …gewählt. — Endlich erhält man den Wert der täglichen Beschleunigung … C des täglichen Ganges, indem man den Unterschied der Gänge …rend zweier zur Mitte der Untersuchungszeit symmetrisch gelegener …nitte beobachtet worden sind, und diesen Unterschied durch die …wischen der Mitte beider Abschnitte liegenden Tage dividiert. Da … nur dann zuverlässig ausfällt, wenn der Divisor groß ist, so werden

ausschließlich die beiden äußersten Abschnittspaare (30° und 25°) in der angegebenen Weise zur Berechnung der Beschleunigung herangezogen. Der Mittelwert beider Bestimmungen ist gleich C zu setzen. — Innerhalb der einzelnen Klassen werden die Chronometer nach dem Wert der Summe $A + 2B + C$ geordnet, wobei die Vorzeichen der Summanden nicht zu berücksichtigen sind."

Nach Beendigung der Wettbewerb-Prüfung wurden die Chronometer in der üblichen Weise einer Besichtigung unterzogen. An dieser Besichtigung nahm außer den in Hamburg bzw. Altona wohnenden Fabrikanten E. Bröcking, W. Meier (Chronometer-Werke) und E. Sackmann auch der Chronometermacher C. Wiegand aus Peine teil. Ferner war der Chronometermacher F. Lidecke aus Geestemünde bei der Sitzung zugegen. Besonders eingehend wurde auch in diesem Jahre der augenblickliche Zustand des Öles, namentlich auf etwaige Veränderungen hin, untersucht. Bei einigen Instrumenten wurden hierbei geringe Farbenveränderungen des Öles festgestellt. Diese Farbenveränderungen waren jedoch nicht anderer Art, als solche auch unter gewöhnlichen Verhältnissen im Laufe der Zeit vorzukommen pflegen.

Die geprüften Instrumente verteilen sich prozentisch in folgender Weise auf die einzelnen Klassen:

Klasse	I	II	III	IV
	72%	20%	5%	3%.

Zur Beurteilung des Gesamtergebnisses und zum Vergleich der Leistungen während der vorliegenden Prüfung mit denen in früheren Jahren wird in der folgenden Zusammenstellung die prozentische Verteilung der Chronometer auf die einzelnen Klassen angegeben. Hierbei sind die Werte der 11. bis 30. Prüfung zu je fünfjährigen Mitteln vereinigt.

	Klasse	I	II	III	IV	V[1]	Σ
	11.—15. Wettbewerb-Prüfung	23%	36%	22%	16%	3%	360
	16.—20. » »	20	51	19	7	3	377
	21.—25. » »	32	39	16	12	1	390
	26.—30. » »	46	32	13	7	2	415
ferner:	31. » »	66	21	11	2	0	451
	32. » »	65	24	6	5	0	449
	33. » »	68	19	12	0	1	453
	34. » »	61	31	7	1	0	452
	35. » »	81	14	5	0	0	476
	36. » »	75	16	5	4	0	462
	37. » »	74	20	3	3	0	465
	38. » »	55	33	9	3	0	444
	39. » »	72	20	5	3	0	461

Zu der vorstehenden Zusammenstellung ist zu bemerken, daß bei der Verteilung der Chronometer auf die einzelnen Klassen überall diejenigen Grundsätze der Beurteilung maßgebend waren, die seit der 22. Wettbewerb-Prüfung eingeführt worden sind. — Die Zahlen der am Schlusse angegebenen Spalte Σ sind aus der Gleichung

$$\Sigma = 5\,p_1 + 4\,p_2 + 3\,p_3 + 2\,p_4 + p_5$$

hervorgegangen, wo p_1 bis p_5 die vorstehenden Prozentzahlen bezeichnen. Die Zahl Σ stellt demnach eine Verhältniszahl für die Gesamtleistung während einer Prüfung dar. Eine gewisse Willkür liegt natürlich wie bei jeder Klasseneinteilung in einer solchen Beurteilung. — Der für die diesjährige Prüfung erhaltene Betrag $\Sigma = 461$ zeigt im Vergleich zu dem des Vorjahres ein Anwachsen. Die in dem letzten Bericht ausgesprochene Vermutung, daß der damalige Betrag von $\Sigma = 444$ gegenüber dem der 37. Wettbewerb-Prüfung zurückgeblieben sei, weil den Chronometermachern infolge des erstmaligen früheren Anfangs der Prüfung nicht genügend Zeit für die Feinstellung geblieben sei, wird demnach bestätigt.

[1] Der Kürze wegen sind, wie in früheren Jahren, diejenigen Chronometer als zur Klasse V gehörig bezeichnet worden, welche die für die Klasse IV festgesetzten Höchstbeträge der Gütezahlen überschritten haben.

Wie in früheren Jahren mußten mehrere Instrumente wegen zu großer Beschleunigung (Akzeleration) in eine tiefere Klasse versetzt werden. Aus diesem Grunde wurden 4 Chronometer statt der ersten der zweiten, eins der dritten und eins der vierten Klasse zugewiesen. Ferner wurden aus der gleichen Veranlassung drei Instrumente der dritten statt der zweiten und eins der vierten statt der dritten Klasse zugeteilt.

Die für die besten Chronometer ausgesetzten Preise wurden den folgenden Instrumenten erster Klasse zuerkannt:

für das	Chronometer	Chronometer-Werke	Nr.	765	der	erste	Preis	(*M*	1200)
«	«	F. Lidecke	«	440	«	zweite	«	(«	1100)
«	«	A. Lange & Söhne	«	224	«	dritte	«	(«	1000)
«	«	F. Lidecke	«	427	«	vierte	«	(«	900)
«	«	A. Lange & Söhne	«	172	«	fünfte	«	(«	800)
«	«	A. Lange & Söhne	«	221	«	sechste	«	(«	700).

Für sämtliche Chronometer sind nach Beendigung der Wettbewerb-Prüfung unter Benutzung der Gangformel

$$g = g_0 + a\,(t - 20^\circ\,C) + b\,(t - 20^\circ\,C)^2$$

die Temperatur-Koeffizienten und die Summe der übrigbleibenden Fehlerquadrate [v v] abgeleitet worden. Diese Ableitung erfolgte unter strenger Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate und unter Benutzung der in den »Ann. d. Hydr. usw.« Jahrgang 1895, S. 388 und 1915, S. 296 angegebenen rechnerischen Abkürzungen. — Das Ergebnis ist in der nachstehenden Zusammenstellung enthalten.

Chronometer	Nr.	a	b	[v v]	Chronometer	Nr.	a	b	[v v]
Klasse I.									
		sek	sek				sek	sek	
Chron.-Werke	765	— 0.006	+ 0.0017	0.00	Lidecke	446	— 0.005	+ 0.0033	0.01
Lidecke	440	— 0.023	— 0.0005	0.00	Lange	223	+ 0.002	— 0.0013	0.04
Lange	224	— 0.003	— 0.0010	0.00	Lidecke	343	— 0.029	+ 0.0007	0.02
Lidecke	427	— 0.018	+ 0.0011	0.00	Chron.-Werke	653	— 0.008	+ 0.0023	0.03
Lange	172	— 0.023	— 0.0018	0.00	Lidecke	448	— 0.013	+ 0.0029	0.00
Lange	221	+ 0.005	— 0.0016	0.00	Wiegand	59	— 0.021	+ 0.0021	0.04
Chron.-Werke	781	— 0.024	+ 0.0019	0.00	Lidecke	449	— 0.043	+ 0.0018	0.00
Chron.-Werke	776	— 0.018	+ 0.0019	0.01	Union	31	+ 0.001	+ 0.0002	0.07
Knoblich	2715	— 0.023	+ 0.0009	0.00	Chron.-Werke	786	— 0.037	+ 0.0013	0.01
Chron.-Werke	764	+ 0.002	+ 0.0023	0.01	Lange	173	+ 0.039	— 0.0006	0.00
Chron.-Werke	783	— 0.005	+ 0.0008	0.00	Chron.-Werke	773	— 0.005	+ 0.0037	0.01
Lidecke	444	— 0.028	+ 0.0029	0.00	Chron.-Werke	780	— 0.030	+ 0.0041	0.03
Lange	195	+ 0.019	— 0.0019	0.02	Lidecke	333	— 0.046	+ 0.0029	0.01
Wiegand	47	+ 0.016	+ 0.0025	0.01	Lidecke	314	— 0.052	+ 0.0021	0.01
Chron.-Werke	650	+ 0.019	+ 0.0010	0.00	Chron.-Werke	787	— 0.040	+ 0.0028	0.01
Chron.-Werke	784	— 0.019	+ 0.0024	0.01	Kurtz	105	+ 0.065	+ 0.0020	0.05
Chron.-Werke	785	— 0.018	+ 0.0033	0.01	Wiegand	50	— 0.001	+ 0.0061	0.03
Lidecke	338	— 0.036	+ 0.0006	0.00	Lidecke	445	— 0.062	+ 0.0015	0.03
Chron.-Werke	778	— 0.024	+ 0.0028	0.00	Union	21	— 0.063	— 0.0009	0.01
Lange	79	+ 0.022	— 0.0004	0.01	Chron.-Werke	644	— 0.047	+ 0.0039	0.02
Chron.-Werke	782	+ 0.023	— 0.0004	0.04	Union	32	+ 0.053	+ 0.0011	0.01
Union	11	— 0.028	— 0.0014	0.01	Chron.-Werke	762	— 0.067	+ 0.0013	0.01
Wiegand	54	— 0.008	— 0.0015	0.00	Wiegand	55	— 0.046	+ 0.0033	0.03
Lange	147	— 0.018	— 0.0021	0.02					
Chron.-Werke	788	— 0.017	+ 0.0014	0.00					
					Klasse II.				
Wiegand	56	— 0.029	+ 0.0001	0.01	Lidecke	429	— 0.038	+ 0.0016	0.00
Chron.-Werke	652	— 0.013	+ 0.0028	0.00	Lidecke	426	— 0.018	+ 0.0018	0.01
Chron.-Werke	772	+ 0.018	+ 0.0016	0.02	Lidecke	428	— 0.048	+ 0.0013	0.03
Lange	175	+ 0.049	— 0.0001	0.00	Lidecke	336	— 0.003	+ 0.0043	0.01
Lange	225	— 0.019	— 0.0004	0.00	Wiegand	51	— 0.021	+ 0.0037	0.01

Chronometer	Nr.	a	b	[vv]
		sek	sek	
Lange	176	+ 0.095	+ 0.0008	0.03
Wiegand	52	+ 0.004	+ 0.0046	0.07
Lidecke	439	— 0.083	+ 0.0044	0.02
Union	28	+ 0.071	+ 0.0040	0.08
Lidecke	443	— 0.026	+ 0.0043	0.02
Lange	180	+ 0.090	— 0.0005	0.03
Lange	188	+ 0.055	+ 0.0063	0.04
Lidecke	441	— 0.079	+ 0.0063	0.02
Lange	187	+ 0.128	+ 0.0021	0.07
Lange	178	+ 0.151	+ 0.0009	0.07
Klasse III.				
Lidecke	442	+ 0.043	+ 0.0016	0.02
Lange	177	+ 0.090	— 0.0005	0.02
Lange	186	+ 0.141	— 0.0002	0.07
Lange	174	+ 0.167	— 0.0006	0.06

Chronometer	Nr.	a	b	[vv]
Klasse IV.		sek	sek	
Union	16	— 0.031	— 0.0021	0.02
Lidecke	308	+ 0.013	— 0.0049	0.02
Außer Wettbewerb.				
Klasse I.				
Lidecke	430	+ 0.003	+ 0.0008	0.01
Lidecke	447	— 0.040	+ 0.0030	0.03
Lidecke	335	— 0.006	+ 0.0026	0.00

Die Sturmfluten an der deutschen Nordseeküste am 13. Januar und 16./17. Februar 1916.

Von Professor Dr. **Grossmann**, Hamburg, Deutsche Seewarte.

(Amtlich)

(Hierzu Tafel 11.)

Nachdem unsere Nordseeküste seit 1911 von bemerkenswerten Hochwasserschäden verschont geblieben war, stellten sich in verhältnismäßig kurzer Folge im Januar und Februar d. J. Sturmfluten ein, die hinsichtlich der erzeugten Fluthöhen und der durch Wellenschlag und Wind verursachten Zerstörungen, jene im Süden, diese im Norden unserer Nordseeküste, zu den schwersten Sturmfluten gehören, die über diese Küste hereingebrochen sind. Die Fluthöhen blieben nur um etwa $^1/_4$ bis $^1/_2$ m gegen die bisher nicht wieder erreichte gewaltige Sturmflut vom 3. Februar 1825 zurück. Da die zweite Sturmflut nur knapp fünf Wochen nach der ersten stattfand, und somit die Arbeiten zur Ausbesserung der Schäden noch nicht beendigt, teilweise auch kaum in Angriff genommen waren, gestalteten sich die verheerenden Wirkungen der Februarflut vielfach besonders verhängnisvoll, indem sie das im Januar begonnene Werk der Zerstörung vollendeten.

Die nachfolgende zusammenfassende Behandlung beider Erscheinungen hat die Gelegenheit geboten, gewisse Gegensätze ihres Verlaufes in ihren Folgen durch Nebeneinanderstellung besonders überzeugend hervortreten zu lassen.

Die Sturmflut vom 13. Januar 1916.[1]

Bei andauernd von der Pyrenäenhalbinsel in wechselnder Mächtigkeit und Ausdehnung nordostwärts ausgebreitetem hohem Luftdruck und niedrigem Luftdruck über dem Ozean nordwestlich von Europa hatten unter dem Einfluß von mehreren nacheinander südostwärts über Skandinavien hinwegschreitenden Tiefdruckgebieten und ihren Ausläufern seit Beginn des Jahres an der deutschen Nordseeküste anhaltend Winde aus westlichen Richtungen geweht und waren bis zum 11. mit Ausnahme des 9. Januar in mehr oder minder großer Ausdehnung täglich stürmische Winde aufgetreten, besonders am 1., 2., 4., 8. und 11. (stets vom

[1]) Eine Bearbeitung dieses Sturmes liegt bereits vor von P. H. Gallé, »De Storm van 13.—14. Jan. 1916« in Tijdschrift van het Kon. Nederl. Aardrijkskundig Genootschap. II. Serie, Deel XXXIII. 1916.

Morgen des angegebenen Tages bis zum nächstfolgenden Morgen gerechnet), an welchen Tagen an mehr als der Hälfte der Stationen 8 als höchste Windstärke beobachtet wurde und auch teilweise Stärken 9 bis 10 verzeichnet wurden. Nachdem dann am 12. ruhigere Witterung geherrscht hatte, brach am 13. Januar der die Sturmflut hervorrufende schwere Sturm aus westlichen Richtungen über die Nordsee herein, in dem die Winde an der Mehrzahl der Stationen die Stärke 10 erreichten und in den Böen vielfach orkanartig wehten.

Die oberen Karten auf Tafel 11 zeigen die Verteilung des Luftdrucks über Europa je am Morgen und Abend des 12. bis 14. Januar und die Ausdehnung der Sturmfelder, indem alle stürmischen Winde der Berichtsstationen durch Windpfeile und deren Befiederung angezeigt sind. Der Sturm erscheint hiernach im Gefolge eines in diesen Tagen vom fernen Nordwesten her südostwärts über Mitteleuropa nach Südosteuropa ziehenden Tiefdruckgebiets. In einer Tiefe unter 730 mm erblicken wir das Tief am Morgen des 13. Januar an der Südwestküste Norwegens und am Abend vor der Ostküste Schleswig-Holsteins; die niedrigsten Barometerstände der Wetterkarte waren am Morgen 729.0 mm in Skudenes und 732.6 mm am Abend in Kiel.

Betrachten wir die durch die Isobaren angezeigte Umlagerung in der Umgebung des Tiefs näher, so bemerken wir eine am 13. Januar erfolgende Linksdrehung der Achse, dadurch verursacht, daß das Tief von der Südwestküste Norwegens südostwärts vorrückte (13. 8^h V bis 7^h N), während der am Morgen des 13. nach Mecklenburg gerichtete Ausläufer nach dem Süden der Ostsee fortschritt; wir sehen hier am Abend des 13. ein Teiltief in östlicher Richtung vom Haupttief gelegen und erblicken dieses am Morgen des 14. in ungefähr nördlicher, am Abend aber schon in nordwestlicher Richtung von diesem, das sich inzwischen stetig weiter südostwärts verlagert hat. Jene Entwickelung findet sich auch in den Aufzeichnungen des Luftdrucks und der Winde auf den Normalbeobachtungsstationen der Seewarte angezeigt und des weiteren durch die zweistündlichen Beobachtungen der Winde auf den Sturmwarnungsstellen bestätigt. Das Fallen des Luftdrucks, das auf den Stationen der westdeutschen Küste in der Nacht zum 13. stark und ziemlich gleichmäßig war, verlangsamt sich dort gegen 6^h morgens und gelangt, allmählich fast ganz nachlassend, zu einem vorläufigen Stillstand, in Borkum und Keitum gegen 8^h V (Zeit der 3. Wetterkarte), in Hamburg und Kiel gegen 9^h V; während der nächsten Stunde findet wieder eine geringe Zunahme des Luftdrucks statt, dann aber sinkt das Barometer von neuem, und zwar ungefähr ebenso stark wie zur Zeit des stärksten Barometersturzes in der Nacht — in Keitum bis gegen 4^h N, Borkum bis gegen $4^1/_2{}^h$ N, Keitum bis gegen 7^h N, Hamburg bis gegen $8^1/_2{}^h$ N —, um sodann alsbald wieder stetig und ziemlich gleichmäßig stark bis zum folgenden Abend zu steigen. Die Erklärung ist darin zu suchen, daß der Fall des Barometers am frühen Morgen unter der Einwirkung des südostwärts vordringenden Haupttiefs und des von der Nordsee heranziehenden Ausläufers stand, die beide eine Abnahme des Luftdrucks hervorriefen, ihre Wirkungen also gegenseitig verstärkten; sobald aber die ostwärts fortschreitende, dem Ausläufer zugehörige Linie niedrigsten Drucks einen Ort erreichte, hörte an diesem die den Luftdruck erniedrigende Einwirkung dieses Ausläufers auf, und mit dem Fortschreiten des Ausläufers nach Osten hin hatte dieser als Teilwirkung ein Steigen des Luftdrucks zur Folge, das im vorliegenden Fall teilweise so stark gewesen ist, daß es die Einwirkung des heranziehenden Haupttiefs überwog. Diese Vorgänge zahlenmäßig im einzelnen zu verfolgen, bietet große Schwierigkeit, da dabei auch die aus den Wetterkarten hervorgehende gleichzeitige Verflachung des Tiefs berücksichtigt werden müßte.

Die Gesamtänderungen des Barometers im Gefolge dieses Sturmwirbels waren auch recht erheblich: Vom Abend des 12. Januar sank das Barometer in Borkum um 33.1, Keitum 28.6 und Hamburg 30.6 mm, um dann bis zum Abend des 14. wieder um 27.2, 33.0 und 30.9 mm zu steigen.

Diesem Verlauf der Luftdruckumlagerung entsprach auch der Wind, wie dies besonders schön die auf den Wetterberichten der Seewarte veröffentlichten

gleichzeitigen Aufzeichnungen des Luftdrucks und des Windes von Hamburg für diesen Ort dartun. Vor Erreichung des tiefsten Barometerstandes am Morgen war der Wind südlich, dann während der etwa drei Stunden betragenden Zeit mit geringer Änderung in der Umgebung dieses Tiefstandes westlich, worauf er unter dem Einfluß des vordringenden Haupttiefs bis zur Zeit des absolut niedrigsten Barometerstandes aus Südwest wehte, um sodann schnell nach Nordwest umzugehen und diese Richtung bis zum folgenden Abend beizubehalten, wo der Wind nach Eintrittszeit des höchsten Barometerstandes wieder westlicher wurde. Diese Winde aus WSW bis SW unter dem Einfluß des heranziehenden Tiefs zeigen die Aufzeichnungen, wie in Hamburg, auch in Bremen, Keitum und dem an der Ostsee benachbarten Kiel (vgl. die folgende Tabelle 1).

Tabelle 1. **Stündliche Windgeschwindigkeiten m/sek. und Windrichtungen am Ende der Stunden.**

	Bremen *)	Hamburg	Keitum	Kiel		Bremen *)	Hamburg	Keitum	Kiel
0—1h V	SSW 11	S 9	SW 11	S 8	3—4h N	WSW 16	SW 13	WSW 11	S 8
1—2h	SW 11	SSW 11	SW 11	S 8	4—5h	WSW 16	SW 13	NNW 13	S 9
2—3h	SW 11	SSW 9	WSW 11	S 8	5—6h	WSW 16	SW 14	N 13	SW 8
3—4h	SW 12–	S 10	W 10	S 8	6—7h	WNW 14	SW 14	NNW 14	W 6
4—5h	WSW 13	SSW 9	WSW 8	S 8	7—8h	NW 18	WNW 11	N 12	NW 5
5—6h	WSW 11½	SW 9	W 8	SW 8	8—9h	NW 19	WNW 13	NNO 10	NW 7
6—7h	W 12–	WSW 11	WSW 9	SW 6	9—10h	NW 18	NW 14	NO 8	NW 10
7—8h	W 12–	WSW 9	NNW 9	SW 8	10—11h	NW 17	NW 13	NNW 9	NW 10
8—9h	WNW 11	WSW 11	NNW 10	W 8	11—12h	NW 15	NW 12	NNO 9	NW 9
9—10h	WNW 13	W 9	NW 10	W 9	**14. I.**				
10—11h	WNW 13	W 8	NW 9	W 8	0—1h V	NNW 11	NW 11	ONO 10	NW 9
11—12h	WNW 13	WSW 8	NW 10	W 8	1—2h	NNW 11	NW 9	NNO 11	NW 7
0—1h N	WNW 12	WSW 8	WNW 12	SW 8	2—3h	NNW 11	WNW 10	NNO 10	NW 7
1—2h	WSW 11	SW 12	WSW 15	W 8	3—4h	NNW 11	WNW 7	NNO 10	NW 6
2—3h	WSW 14	SW 12	WSW 15	SW 8	4—5h	NNW 11	NW 7	NO 11	NW 8

*) Meteorologische Station der Freien und Hansastadt Bremen.

Im äußersten Westen der Küste, der nicht auf die Südseite des Haupttiefs gelangte, sondern in südwestlicher Lage gegen dieses blieb, drehten die Winde, die schon in der Nacht aus SW nach WNW bis NW umgegangen waren, am Nachmittag nicht vorübergehend nach Südwest, sondern wurden nur, soweit überhaupt in ihrer Richtung beeinflußt, vorübergehend etwas westlicher. Um das Auftreten der stürmischen Winde aus dem Südwestviertel näher zu kennzeichnen, mögen aus den zweistündigen Beobachtungen der Sturmwarnungsstellen die entsprechenden Beobachtungen von südwestlichen Winden angeführt werden: Um 2h N Brake WSW 8, Neuwerk 2h N SW 12 (6h N nach NW, 8h N nach N), Wyk a. F. WSW 8 ($3^1/_2$h N auf WNW bis NW 9—10), Keitum a. Sylt WSW 9, und um 4h N Bremerhaven WSW 10, Cuxhaven WSW 9, Brunshausen (auch um 6h N) WSW 6, Glückstadt SW 9, Süderhöft SW 9. Um 8h N wehten die Winde an der ganzen Nordseeküste (stets einschl. der Inseln) aus NW und teilweise NNW bis N; sie wurden nachts nördlicher und wehten am folgenden Morgen 8h V nördlich von der Elbe überwiegend aus NNO bis NO, im übrigen aus N.

Nach den zu allen geraden Stunden auf den Sturmwarnungsstellen der Seewarte angestellten Beobachtungen herrschten am 13. Januar an der Nordseeküste und über den vorgelagerten Inseln die folgenden Windstärken:

	Westlich von der Elbmündung.	Nördlich von der Elbmündung.
8h V	6—7 (vereinzelt 8)	6—7 (vereinzelt 8)
10h V	7—8 (" 9)	6—7 (" 8)
12h V	7—9	7—8
2h N	8—10 (" 11 u. 12)	7—8 (" 9)
4h N	9—11	8—9
6h N	8—10 (" 11)	8—9 (" 10
8h N	8—10 (" 11)	8—10

Von diesen Stellen liegen für die Nacht vom 13. bis 14. nur die folgenden Angaben vor:

Nesserland-Schleuse nachts stürmischer Nord.

Friedrich-Schleuse bei Karolinensiel nachts heftiger Sturm aus Nord, böig.

Wangeroog nachts NNW 7 bis 8, zeitweise Regen- und Schneeböen.

Geestemünde nachts schwere, stürmische Böen mit Hagel, Schnee und Regen.

Brunshausen nachts NW 10 bis 12, gegen Morgen ruhiger.

Glückstadt bis 1 Uhr heftiger Sturm aus NW.

Wyk a. Föhr nachts Sturm aus Nord.

Der Sturm nahm allgemein in der Nacht ab; am 14. wehten die Winde morgens 8 Uhr ostwärts bis zur Elbmündung meist aus Nord in der Stärke 6 bis 8 und nördlich von der Elbe überwiegend aus NNO in der Stärke 5 bis 7.

Zur Vervollständigung des Bildes möge noch hinzugefügt werden, daß die Ostseeküste am 13. Januar kaum stürmische Winde erfahren hat, indem solche nur in der Stärke 7 bis 9 aus südwestlicher Richtung an der schleswig-holsteinschen Küste und aus südöstlicher Richtung an der pommerschen Küste auftraten, während am 14. am Vormittag ostwärts bis Rügen und am Nachmittag weiter ostwärts bis Pommern in großer Verbreitung stürmische Nordostwinde beobachtet wurden.

Vergleichen wir mit den an der Nordsee beobachteten Windstärken die mitgeteilten mittleren stündlichen Windgeschwindigkeiten, so ist zunächst zu beachten, daß solche mittleren Werte von den während der einzelnen Stunden wirklich erreichten größten Windgeschwindigkeiten um so mehr abweichen, im Verhältnis kleiner ausfallen, je ungleichmäßiger der Wind weht; vereinzelt auftretende besonders schwere Böen werden das Stundenmittel nur in geringem Maße erhöhen. So ist für die Stationen der Seewarte Hamburg und Keitum berechnet worden, daß mit dem Auftreten von stürmischen Winden zu rechnen ist, sobald von den dort aufgestellten Windschreibern Stundenmittel der Windgeschwindigkeit von 12 m/sek. erreicht werden, und etwa derselbe Zahlenwert wird diesem von der Seewarte als Sturmnorm bezeichneten Grenzwert des Stundenmittels, entsprechend der Mehrzahl der Stationen der Seewarte, auch für Bremen zukommen. Dabei entsprechen den Windstärken Beaufort nach den von Köppen angestellten Untersuchungen die folgenden Windgeschwindigkeiten in m/sek.:

Beaufort-Grade	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mittel m/sek.	0.3	1.7	3.1	4.8	6.7	8.8	10.7	12.9	15.4	18.0	21.0	23	
Grenzen «	0—1	1—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	12—14	14—17	17—20	20—23	23—30	über 30

Zufolge den Registrierungen wehten also stürmische Winde in Bremen von 4h V bis Mitternacht (vielleicht mit Ausnahme der Zeit von 8h bis 9h V), in Hamburg von 1h N bis Mitternacht (ausgenommen vielleicht von 7h bis 8h N) und in Keitum von Mittag bis 8h N, während solche für Kiel nicht angezeigt sind. Die Stundenmittel ergeben in allen drei Fällen an der Nordseite zwei getrennte Höchstwerte der Stundenmittel:

Bremen . . .	3—6h N	bei	WSW	16 m/sek.	8—9h N	bei	NW	19 m/sek.
Hamburg[1]) . .	5—7h N	«	SW	14 «	9—10h N	«	NW	14 «
Keitum[1]) . .	1—3h N	«	WSW	15 «	6—7h N	«	NNW	14 «

Während die mittleren größten Stärken der Winde zufolge diesen Stundenwerten in Hamburg und Keitum nahezu gleich waren, erreichten sie in Bremen höhere Werte, zumal am Abend, nachdem die Winde nach NW gedreht waren, welches gegensätzliches Verhalten gegenüber den vorangehenden stürmischen SW-Winden für Hamburg und Keitum nicht hervortritt.

---

[1]) Es sei hier darauf hingewiesen, daß die in den Meteorologischen Jahrbüchern der Deutschen Seewarte bis 1898 veröffentlichten registrierten stündlichen Windgeschwindigkeiten infolge Benutzung des Robinson-Faktors bei der Reduktion in folgendem Verhältnis gegen den seit 1899 gegebenen Wert zu groß waren:

Alte Werte	5	10	15	20	25	30	35	m/sek.
Neue «	4	8	12	16	19	23	27	«

Für die Erzeugung einer hohen Sturmflut waren die Verhältnisse außerordentlich günstig. Nachdem seit Wochen westliche, vielfach stürmische Winde geherrscht hatten, hatten sich bereits in der Nacht zum 13. über dem Westen der Nordsee stark stürmische, böige nordwestliche Winde eingestellt, die schon am Morgen um 8h in Stärke 9 bis Borkum vorgedrungen waren und in geringerer Stärke etwa bis zur Mündung der Weser wehten, während von der Elbmündung nordwärts wie in den Flüssen westliche bis südliche Winde beobachtet wurden. Unter Anschwellen der Winde zu schwerem Sturm mit verbreiteten orkanartigen Böen blieb diese Anordnung der Windrichtungen, bis auf die besprochenen kleineren Schwankungen der Windfahne, der Hauptsache bis zum Abend nach bestehen. So war das Wasser im Laufe des Tages nach der Deutschen Bucht getrieben und dort aufgestaut worden, und diese Lage erfuhr am Abend für den West—Ost verlaufenden Teil der Küste eine erhebliche Verschärfung dadurch, daß ungefähr um die Zeit des vorausberechneten Hochwassers auch die vorher südwestlichen Winde nach Nordwest drehten und die Stürme mit noch größerer Gewalt über die gewaltig aufgetürmten Wassermassen dahinbrausten. So wurde das Wasser mit großer Gewalt in unsere Flüsse und besonders in die Elbe hineingetrieben. Da die Deiche nicht nur den Druck des Wassers auszuhalten hatten, sondern auch der Stoßwirkung des von den Sturmböen aus Nordwest erregten Wellenschlages ausgesetzt waren, erfuhren die Deiche durch diese Sturmflut besonders große Beschädigungen, die noch durch den weiteren Umstand begünstigt waren, daß die Deichkronen durch die ungewöhnlich ergiebigen und anhaltenden Regenfälle der letzten Wochen stark durchweicht und daher weniger widerstandsfähig gegen mechanische Einwirkungen waren. Weniger günstig für eine hohe Sturmflut lagen die Verhältnisse für die Küste nördlich von der Elbmündung, da das berechnete Hochwasser hier später stattfand und die schon einige Stunden vor dieser Zeit über der deutschen Nordsee wehenden Winde aus NW bis NNW dem Anwachsen der Flut über dem S—N verlaufenden Küstengebiet entgegenwirkten. Dieser Einfluß der Winddrehung wird sich weiterhin in sehr bestimmter Form an der Hand der Tabelle über die in den beiden Sturmfluten erreichten Hochwasserstände ergeben, die sich an die Besprechung der zweiten Hochflut anschließt.

Ebenso wie an der deutschen Küste hat diese Sturmflut auch in Holland schwere Schäden verursacht. Um ein ungefähres Bild über ihr Auftreten an unserer Küste zu gewähren, sind nachfolgend einige Berichte von Nebenstellen der Deutschen Seewarte sowie Ausschnitte aus Zeitungen zusammengestellt worden.

Berichte über die Sturmflut vom 13. Januar 1916.

Borkum. Am 13. Januar 1916 herrschte hier starker NW-Sturm, Windstärke 11. Die Reede, der Bahndamm und die Strandbefestigungen haben mehr oder minder erheblichen Schaden erlitten. Das Wasser hatte zwischen 5 und 6 Uhr seinen Höchststand von 3.60 m über Null. Der Höchststand in der Sturmflut am 12./13. März 1906 war 3.95 m über Null.

Die Wartehalle an der Reede ist wenig mitgenommen. Die Südwand derselben war eingedrückt und die Veranda an der Nordseite nur leicht demoliert. Der Anleger ist fortgeschwemmt und in Pilsum an der ostfriesischen Küste angetrieben. Etwa 1500 m vor der Landungsstelle ist die Buschwand an drei Stellen eingedrückt und der Bahndamm an diesen Stellen nahezu niedergerissen. Im weiteren Verlauf dem Dorfe zu ist der Bahndamm ausgehöhlt. In den Dünen ist der niedrige Bahndamm noch durchbrochen, wodurch die Kiebitz-Delle voll Wasser lief.

Am Südstrand haben die Dünen gelitten. Am Weststrand sind mehrere Buhnen eingefallen. Der Strand hat daselbst sehr stark abgenommen. Das Bankett am Fuße der Strandmauer lag, stellenweise bis 1 bis 2 m, bloß. Dieses ist mir seit 33 Jahren nicht bekannt. In den Böschungen oberhalb der Strandmauer sind große Löcher gerissen. Die dort angebrachten Rampen und Treppen sind zusammengestürzt und teilweise vertrieben. Der Steinweg oberhalb der Strandmauer ist in erheblichem Umfange aufgerissen. In einer Ausdehnung von 70 m ist die Rundung der unteren Strandmauer abgebrochen. Die Auffahrt am Nordende der Strandmauer ist steil abgebrochen. Beschädigungen an Häuserdächern, Veranden, sowie Eindrücken von Fensterscheiben waren nicht so viel wie bei anderen Sturmfluten seit 1883. Bölts, Vorsteher der Normalbeobachtungsstation der Deutschen Seewarte.

Norderney. Die Sturmflut am 13. Januar d. Js. erreichte ihren höchsten Stand um 4^{55} vorm. mit 3.02 m über gewöhnlichem Hochwasser. Hierdurch wurde der Deich des Renn- und Sportplatzes am Hafen überflutet und in einer Länge von 110 m zerstört. Der Platz, welcher auf gewöhnlichem Hochwasser liegt, war zu $^1/_3$ Fläche mit Sandboden überschwemmt. Durch den Wasserdruck wurde ein zweiter Deich ebenfalls durchbrochen, so daß sich auch der Polder vor der Marienstraße mit Wasser füllte. Durch das einstürzende Wasser mit einem Gefälle von 3 m wurden fünf in unmittelbarer

Nähe der Kajung stehende Holzschuppen und ein kleines massives Gebäude unterspült und einer der Schuppen von 21 m Länge, 10 m Breite, mit 100 t Kohlen sowie ein kleinerer von 15 m Länge, 5 m Breite, mit 30 t Kohlen vollständig fortgeschwemmt, die anderen Schuppen und Gebäude dermaßen zerstört, daß sie abgebrochen werden mußten. Es hatten sich Auskolkungen von 4 bis 5 m Tiefe gebildet.

Die Strandbefestigungen haben keinen erheblichen Schaden genommen. Jedoch haben infolge des sehr hohen Seeganges, wodurch das Wasser stellenweise in die Straßen des Ortes getrieben wurde, die Dünen stellenweise sehr abgenommen, so daß auch die sogenannte Wilhelmshöhe, welche vor dem Sturm noch etwa 15 m vom Dünenrande entfernt lag, sehr gefährdet wurde, indem sie nach der Flut am Rande des Abbruchs stand.

Die Stärke des Seegangs läßt sich in etwas daran ermessen, daß ein 500 kg schwerer Stein vom Strande auf die 4.5 m über gewöhnlichem Hochwasser liegende Steinbrüstung der Promenade geworfen ist. Dieser hohe Seegang hat denn auch an dem Restaurant »Victoriahalle« am Weststrande durch Einschlagen sämtlicher Fenster und Türen, Zertrümmern der Einrichtungen usw. einen Schaden von etwa 8000 M. verursacht.

An den Gebäuden sind sonst keine wesentlichen Beschädigungen vorgekommen.

Ein kleines Fischerfahrzeug von hier, welches sich auf Seemuschelfang im Juister Watt befand, trieb nach Verlust von Anker und Ketten hier vorbei und strandete in den Dünen östlich vom Leuchtturm.

Auf der **Insel Juist** sind die Dünen stark abgebrochen. Der an der Südseite der Insel gelegene Landungsbahnhof und die Landungsbrücke sind erheblich beschädigt.

In **Baltrum** ist das Dünenschutzwerk in beträchtlicher Länge zerstört und ist ein breiter Streifen der Dünen abgespült. Janssen, Vorsteher der Sturmwarnungsstelle der Deutschen Seewarte.

Brake. Am 13. Januar wehte es vormittags aus WSW und West, begleitet von starkem Regen mit Windstärke 8 bis 9. Gegen $3^1/_2$ Uhr nachmittags drehte der Wind nach WNW und NW, Windstärke 10 bis 11, starke Regenböen. Das Barometer fiel von 2 Uhr nachmittags an noch andauernd. Nachmittags $3^h\ 5^{min}$ lief von Norderney folgendes Telegramm ein »Wasserstand $2^h\ 30^{min}$ nachmittags 150, steigt stark, Nordwest«. Hierauf wurden sämtliche Schaartthore geschlossen und die außerhalb des Deichs wohnende Bevölkerung gewarnt. Um $7^h\ 15^{min}$ nachmittags hatten wir in Brake den höchsten Wasserstand mit 2 m 86 cm über Normal zu verzeichnen. Die größte Windstärke war bei einsetzender Ebbe abends zwischen 8 und 10 Uhr zu verzeichnen. Es wehte in den Böen mit Stärke 11 und 12. Abends $9^1/_2$ Uhr war der Wind ganz nach Nord herumgegangen und wurde hierdurch bei Brake in der Weser ein mächtiger Wellenschlag erzeugt, der bei dem Hochwasser in den Gärten und Häusern viel Schaden angerichtet hat. In den Gärten und Häusern am Deich und außerhalb des Deichs waren die Anpflanzungen zerstört, Zäune, Gartenhäuser, Bänke usw. zerbrochen und weggeschwemmt. Die Keller waren größtenteils vollgelaufen und wurde so viel Proviant verdorben. Der Signalmast der Seewarte wurde durch die Gewalt des Sturmes abgebrochen, Dächer von Häusern teilweise abgedeckt und viel sonstiger Schaden angerichtet. Bei der Sturmflut am 13. März 1906 war in Brake der höchste Wasserstand 3 m 6 cm über Normal, doch blieb der Wind damals mehr westlich und wurde deshalb, weil kein Wellenschlag entstehen konnte, auch nicht so viel Schaden angerichtet. Gollin, Vorsteher der Agentur der Deutschen Seewarte.

Glückstadt. (»Glückstädter Fortuna.«) Mit kurzen Unterbrechungen hat auch in dieser Woche das stürmische Wetter fortgedauert. Ganz besonders schlimm hat der Sturm es gestern getrieben. Von nachmittags 5 Uhr an tobte ein orkanartiger Nordweststurm. Schnell stieg das Wasser und überflutete in kurzer Zeit die Kaianlagen des Außenhafens und die Deichvorländereien. Gegen 9 Uhr abends hatte die Sturmflut hier eine Höhe von etwa 20 Fuß erreicht, der höchste Wasserstand, der seit langen Jahren hier festgestellt wurde. Die große Stöpe (Tor im Deich) mußte geschlossen werden; das Wasser erreichte an ihr noch eine Höhe von fast einem Meter. Auch an den niedrigen Deichen reichte die Flut vielfach bis zum Kamm, wo jetzt die großen Massen angeschwemmten Unrats lagern. Mehrere Schiffe suchten schutzsuchend unseren Hafen auf. Der gewaltige Wellenschlag richtete großen Schaden an. Der Außenhafen bietet heute das Bild einer Zerstörung. Die Mole ist aus ihrem Lager gehoben und schwer beschädigt. Der Kohlenschuppen des Kaufmanns W. Lübcke ist zum größten Teil zertrümmert, ebenso die Umfassung des Kohlenlagers. Viele Hölzer kamen ins Treiben und lagen heute morgen kreuz und quer über der Straße und den Gleisen. Eine große Schute ist auf die Kaianlagen getrieben und sitzt auf einem Poller. Auch in der Umgegend hat das Unwetter an Häusern und Bäumen großen Schaden angerichtet.

Hamburg-Altona und **Unterelbe.** (»Hamburger Nachrichten.«) Eine außergewöhnlich, hohe Sturmflut brachte uns die letzte Nacht. Schwere Regen- und Schneeböen hatten sich im Laufe des gestrigen Tages eingestellt, die zuerst aus südwestlicher Richtung daherfegten, am Nachmittage aber aus nordwestlicher Richtung kamen und die Stärke eines Orkans annahmen. Besonders heftig wehte der Sturm in der Zeit des Spätnachmittags zwischen 5 und 7 Uhr. Aber auch während der Nacht tobte er mit nur wenig geringerer Stärke, die erst erheblicher abnahm, als der Wind nördlicher ging. Die Folge war, daß der an sich schon hohe Wasserstand der Elbe in ganz außergewöhnlicher Weise zu einer abnormen Höhe aufgestaut wurde. War doch die nordwestliche Richtung, aus der der Sturm wehte, die allergünstigste zur Bildung eines Hochwassers, wie wir es seit 1881 in Hamburg nicht wieder beobachtet haben. Damals hatte die höchste Flut am 15. Oktober 8.17 m über Neu-Null = 18 Fuß 6 Zoll über Alt-Null erreicht, die Sturmflut der letzten Nacht wurde mit 8.10 m über Neu-Null bzw. mit 18 Fuß 3 Zoll über Alt-Null am Pegel verzeichnet. Die nächste, fast gleich hohe Sturmflut war am Abend des 23. Dezember 1894, sie erreichte die Höhe von 8.01 m über Neu-Null bzw. 17 Fuß 11 Zoll über Alt-Null. Im Jahre 1906 folgte dann in weitem Abstande eine anormale Sturmfluthöhe mit 7.89 m über Neu-Null, die am Morgen des 13. März war. Die in der letzten Nacht eingetretene Sturmflut hatte denn auch zur Folge, daß die ganze Wasserkante, soweit sie nicht

auf sturmflutfreier Höhe, d. h. über 9 m über Neu-Null liegt, zum größten Teil überflutet wurde. Das Wasser stand an den Vorsetzen über dem Straßendamm und bespülte die untersten Stufen der Häusertreppen, deren Bürgersteige unter Wasser standen. Ein großer See hatte sich gebildet, aus dem die Feuermelder, das Ufergelände und verlassene Wagen einsam hervorragten. Die an der Wasserkante entlang führenden Straßenbahnlinien mußten ihren Betrieb einstellen, da die Geleise überflutet waren und dadurch die Erdverbindung im Stromlauf unterbrochen war. Die St. Pauli-Landungsbrücken schwebten scheinbar über der Höhe des Platzes vor den Brücken, dessen Kaikante von den Fluten der Elbe bespült wurde. Die Pfahlgruppen, die sonst sich mächtig über dem Spiegel des Flusses emporrecken, ragten nur noch als kurze Stummel aus dem hoch angeschwollenen Wasser hervor, kleine winzige Inseln auf der großen Wasserfläche bildend. Und diese selbst glich in dem Sturm einem aufgepeitschten Meere. Mächtige Wellen in selten beobachteter Höhe wälzten sich von der Unterelbe in den Hafen hinein, so daß die Barkassen und Schleppdampfer wie Nußschalen auf- und niedertanzten. Und trotz Sturm- und Wassergebraus ereignete sich kein besonderer Unfall. Abgesehen von einigen wenigen Schuten, die unter den Brücken sich festgeklemmt hatten, waren keine Fahrzeuge in Gefahr geraten. Das heutige Hochwasser war ganz erheblich infolge des Abflauens des Windes zurückgegangen. Das Wasser fiel bis zur Ebbe sehr schnell von 18 Fuß 3 Zoll auf 9 Fuß 4 Zoll. Die Flut am heutigen Mittag brachte nur wenig Wuchs. Das Hochwasser stieg nur wenig über 12 Fuß, so daß eine Gefahr der Wiederholung der Wassersnot nicht mehr besteht.

Dagegen hatte die Sturmflut zur Folge, daß die Alster wieder erheblich anschwoll. Die Schleusen konnten nicht geöffnet werden, so daß das Oberwasser nicht abfließen konnte. Alles von oben kommende Alsterwasser staute sich daher in dem weiten Alsterbecken auf. Die Höhe des Alsterspiegels stieg so hoch, daß die mit höheren Decksaufbauten versehenen Alsterdampfer die Brückenbogen nicht mehr durchfahren konnten. Von der oberen Alster kommen Meldungen, daß der Fluß weit über die Ufer getreten ist und das Gelände des Tales, sogar die Wehre der Bäckerbrücke von Poppenbüttel überschwemmt hat.

Altona. Infolge eingetretenen Hochwassers wurden in der letzten Nacht mehrfach Warnungsschüsse abgegeben. Wenngleich die Elbe auch noch nicht aus den Ufern trat, so wurde durch Drängwasser doch vielfach Schaden angerichtet. In der Großen sowie in der Kleinen Elbstraße liefen zahlreiche Keller voll Wasser; in einzelnen Kellern stand das Wasser bis zu 1 m Höhe. Das Wasser stieg so schnell, daß einige Bewohner, nur notdürftig bekleidet, die Wohnkeller schleunigst verlassen und Unterkunft bei Nachbarn suchen mußten. Die Feuerwehr war bis heute vormittag 10 Uhr mit sämtlichen verfügbaren Spritzen beschäftigt, die Keller leerzupumpen. In der Bleicherstraße 46 hatte der Sturm einen Schornstein ins Wanken gebracht, die Feuerwehr beseitigte die Gefahr.

Von der **Unterelbe** laufen gleichfalls Meldungen über das Hochwasser ein. So hat der Strom fast überall die Deiche bis zur obersten Kante bespült. Die Außenländereien waren weithin vollständig unter Wasser gesetzt.

Aus **Altenwerder** wird gemeldet: Eine solche hohe Sturmflut ist seit Menschengedenken nicht beobachtet worden. Am Westerdeich stand das Wasser bis an die Deichkante. Auf dem Beckerschen Außendeich waren die Straßen vollständig unter Wasser, so daß der Verkehr zwischen den Häusern nur durch Boote aufrecht erhalten werden konnte. Die Landungsbrücke und der zu ihr führende Damm waren überschwemmt. Die außerhalb des Deichs liegenden Wohnungen und Keller waren voll Wasser gelaufen, eine Menge Hausgerät wurde fortgeschwemmt. Das Vieh mußte innerhalb der Sturmdeiche gebracht werden.

Aus **Neuenfelde** an der Este wird berichtet, daß dort der Deich gebrochen sei. Die dahinter liegenden Ländereien sind im weiten Umkreise vollständig unter Wasser gesetzt worden.

Itzehoe meldet: Bei dem gestrigen orkanartigen Nordweststurm ist die Spitze des Kirchturmes in Wilster in einer Länge von mehreren Metern abgebrochen. Kugel, Kreuz und Blitzableiter hängen nach dem Marktplatz hinunter.

Cuxhaven. Ein Nordweststurm, Stärke 10, verbunden mit schweren Regenböen, brachte hier Donnerstag abend das Wasser bis zu einer Höhe von 7,96 m, wodurch der Verkehr in der Hafengegend vollständig lahmgelegt wurde und die Verbindung zwischen der Ost- und Westseite des Hafens nur noch durch Boote unter großen Schwierigkeiten aufrechterhalten werden konnte. Begünstigt durch das voraufgegangene Regenwetter der letzten Wochen, haben leider unsere Deiche bei der Sturmflut stellenweise stark gelitten. Besonders große Auswaschungen zeigte der Seedeich hinter der Neuen Reihe, wo bei Laternenbeleuchtung das Militär bis in die Nacht beschäftigt war, Sandsäcke in die entstandenen Löcher zu bringen, um bei einer Wiederkehr der Hochflut den Deich nach Möglichkeit zu sichern.

Von der **Westküste,** den 23. Januar. Schwere Deichschäden hat der Dockkoog bei **Husum** auf einer etwa 500 m langen Strecke erlitten. Die beschädigte Deichstrecke ist dieselbe, die bei der Sturmflut 1911 schon schwer gelitten hat. Die Sturmflutprobe ausgezeichnet bestanden haben die erst eben fertig gestellten Deiche der Bredeauniederung und des Sommerkooges bei Galmsbüll.

Von der **Westküste,** den 22. Januar. Schweren Sturmflutschaden hat auch die **Insel Amrum** erlitten, wo der Wasserstand die normale Fluthöhe um 8 Fuß überschritt. Wo auf der Südostecke der Insel bei Wittdün die neuerbaute Strandmauer aufhört, ist beim Kurhause ein Landstreifen von 18 m Tiefe völlig hinweggerissen. Die Wittdüner Landungsbrücke ist fast ganz von den Wogen der Sturmflut zerstört worden, und die Badehäuser usw. sind weit aufs Land hinaufgetrieben. Rings um die Insel schwimmt namentlich eine solche Menge von Hölzern, daß die Dampfer nur mit großer Vorsicht fahren können.

Die Sturmflut vom 16. bis 17. Februar 1916.

Die Entwicklung der Wetterlage bei der Sturmflut vom Februar ist auf Tafel 11 in den unteren Karten dargestellt, die sich auf den Morgen und Abend 8h V und 7h N M. E. Z. beziehen und, wie die darüber stehenden, nur stürmische Winde durch Windpfeile anzeigen. Entgegengesetzt dem Verhalten der ersten Januarhälfte waren die letzten Wochen vor dieser Sturmflut verhältnismäßig arm an westlichen Winden gewesen, indem die Winde seit Anfang Februar, bis auf die Tage vom 6. bis 9. mit südwestlichen Winden, meist aus Süd bis Südost geweht hatten und erst am 13. wieder westliche Richtungen eingesetzt hatten; auch im Gegensatz zum Januar waren in den Wochen vor der Sturmflut nur vereinzelt stürmische Winde, ganz selten über Stärke 8 auffrischend — am 6., 7. und 14. über der Nordsee aus meist südwestlicher Richtung — aufgetreten. Insofern waren die Verhältnisse für hohe Wasserstände weniger günstig als im Januar.

Während die Januar-Flut durch ein mächtiges, südostwärts schreitendes Tiefdruckgebiet hervorgerufen wurde, zeigen die Wetterkarten, daß es sich diesmal um ein sogenanntes Teiltief gehandelt hat, das sich in dem Ausläufer eines vom Nordmeer südwärts ausgebreiteten Tiefdruckgebiets entwickelte und in großer Tiefe am 16. und 17. Februar in östlicher Richtung durch die mittlere Nordsee nach dem Eingang des Rigabusens fortschritt, von wo es sich dann in nordöstlicher Richtung nach Rußland entfernt hat. Die Wetterkarte vom Morgen des 15. läßt drei solcher Ausläufer hervortreten, die nach Westrußland, dem Osteingang des Kanals und nach Schottland gerichtet sind; der erste wanderte nach Finnland, der zweite war bei außergewöhnlich schnellem Fortschreiten schon am Abend dieses Tages bis Ostdeutschland und Österreich-Ungarn gezogen, während der dritte am Abend über dem Osteingang des Kanals angedeutet ist und sich am folgenden Morgen über die Helgoländer Bucht nach Mitteldeutschland erstreckte, in welcher Lage dann am 16. eine Vereinigung mit einem von Schottland nachfolgenden neuen Ausläufer und die Entwicklung eines tiefen Sturmwirbels erfolgte. Die Sturmflut stellte sich über der Nordseeküste während des Vorübergangs des Tiefs (Minimums) ein, das wir am Abend des 16. vor dem Eingang des Skagerraks und am Morgen des 17. bei der Insel Gotland erblicken, beide Male mit Barometerständen unter 720 mm. Die niedrigsten von den Berichtsstationen angegebenen Barometerstände waren am Abend des 16. 719.8 mm bei Hanstholm und 719.6 mm bei Keitum, am Morgen aber, wo das Tiefdruckgebiet bereits an Tiefe abgenommen hat, 721.2 mm in Wisby auf Gotland. Ebenso wie das Tiefdruckgebiet vom Januar, nahm auch dieses bei seinem Fortschreiten an Tiefe ab, was dann hervortritt, wenn man die jeweilig von den gleichnamigen Isobaren bedeckten Flächengebiete miteinander vergleicht. Des weiteren stimmen sie darin überein, daß auch dasjenige vom Februar eine Linksdrehung seiner Achse erfuhr, indem diese am Abend des 16. NW bis SO und am folgenden Morgen SW bis NO gerichtet erscheint. Der am Morgen des 16. nach der deutschen Nordseeküste gerichtete Tiefausläufer ist am Tage nach dem Süden der Ostsee fortgeschritten und hat sich in der Nacht vom 16. bis 17. über der Ostsee nordwärts verlagert, während gleichzeitig ein anderer Tiefausläufer (am Abend des 16. von Jütland nordwestwärts verlaufend) über dem Osten der Nordsee in südlicher Richtung vorgedrungen ist — beide haben eine Linksdrehung gegeneinander ausgeführt. Nachdem die Barometer zunächst der Hauptsache nach unter dem Einfluß des herannahenden ersten Ausläufers gefallen sind, verlangsamte sich das Fallen, als die diesem Ausläufer zukommende Linie niedrigsten Drucks den Ort des Barometers erreichte und ging mit seinem weiteren Fortschreiten sogar teilweise vorübergehend in ein geringes Steigen über, bis sich der Einfluß des nachfolgenden zweiten Ausläufers bemerkbar machte und abermaliges Fallen bewirkte; in Borkum und Keitum zeigte sich nur eine Verlangsamung des Fallens und dann ein etwas stärkeres Fallen bis zu tiefsten Barometerständen um 5h N bzw. 8h N, während sich auf den übrigen Normalbeobachtungsstationen der Seewarte deutlich getrennte Niedrigstwerte in den Barometeraufzeichnungen ergaben, die in Hamburg um 2 Stunden, in Kiel

um 3 Stunden, von Swinemünde bis Memel aber um 7 bis 8 Stunden auseinander lagen — die niedrigsten Luftdrucke traten dabei in Hamburg um 7h N, Kiel zwischen 7 und 8h N, Swinemünde um 1h V am 17., Rügenwaldermünde um 4h V, in Danzig-Neufahrwasser um 5h V und in Memel um 9h V am 17. ein. Da der Luftdruck schon am 15. niedrig gewesen war, ist das Barometer trotz der erreichten Tiefe unter dem Einfluß dieses Sturmwirbels nicht so stark wie im Januar, sondern seit Mitternacht an der Nordsee nur um 16 bis 21 mm gefallen, und gegenüber dem Januar fehlte im Rücken des Sturmwirbels das starke Vordrängen eines Hochdruckkeiles, so daß ein verhältnismäßig schwaches Barometersteigen nach Erreichung der niedrigsten Stände, bis Mitternacht auch nur um 14 bis 20 mm über der Nordsee, eintrat. Abweichend vom Verhalten im Januar haben die Aufzeichnungen der Anemographen keine bemerkbaren Änderungen der Stellung der Windfahne oder der Windgeschwindigkeiten (Stundenwerte) zur Zeit dieser besonderen (sekundären) aufgelagerten kleinen Luftdruckschwankungen zu erkennen gegeben, so daß das Tiefdruckgebiet gegenüber den Winden als ein einheitlicher Sturmwirbel in die Erscheinung trat, der ostwärts nördlich von der Küste vorbeizog.

Aus den zur Zeit der geraden Stunden angestellten Beobachtungen der Sturmwarnungsstellen ergibt sich zusammenfassend, wenn man von Borkum absieht, wo bereits morgens 8h und bis 4h N SW 9 notiert wurde und kleinere lokale Abweichungen nicht berücksichtigt werden:

	Ostwärts bis zur Elbmündung		Nördlich von der Elbmündung	
	Richtung	Stärke	Richtung	Stärke
8h V	S bis SW	4—6	SO bis S	4—6
10h V	SW	6—7	S	4—6
12h V	SW bis W	6—8	SW bis W	5—8
2h N	WSW „ WNW	6—9	SW „ W	5—7
4h N	WSW „ WNW	7—9	SW „ W	6—9
6h N	WSW „ WNW	9—10	SW „ WNW	8—10
8h N	WSW „ NW	9—11	WSW „ WNW	10—11

Nach denselben Beobachtungen herrschte in der Nacht vom 16. bis 17. Sturm aus WSW bis WNW mit Regen-, Schnee- und Hagelböen, der aber am frühen Morgen abnahm, so daß um 8h V am 17. nur noch vereinzelt Stärke 8 beobachtet wurde. Über besonders schwere Winde liegen die folgenden Beobachtungen dieser Stellen vor: Norderney 5h N WNW Stärke 10—11, Friedrich-Schleuse bei Karolinensiel 5 bis 6h N orkanartige Böen, Wangeroog gegen Abend Stärke 9—11, Brake zwischen 6¼ und 7h N Stärke 11—12, Geestemünde nachts vom 16. bis 17. orkanartige Böen mit Schnee und Regen, Glückstadt von 5h N ab und nachts vom 16. bis 17. starker Sturm aus WSW, Süderhöft 8h N SW Stärke 11, Wyk a. F. nachts vom 16. bis 17. orkanartiger Sturm aus West, 9h bis 11h N Stärke 9—11, Tönning von 8h N ab Böen aus West Stärke 8—10, Keitum nachts vom 16. bis 17. in Böen Stärke 11.

Wir entnehmen diesen Beobachtungen der Sturmwarnungsstellen, daß die Winde in Borkum sich bereits in der Nacht zu Südweststurm entwickelt hatten und in dieser Stärke anhielten, während sie im übrigen am Morgen meist mäßig bis stark, nördlich der Elbmündung aus südöstlicher, im übrigen aus südlicher bis südwestlicher Richtung wehten und am Vormittag unter Auffrischen an der ganzen Küste südwestlich bis westlich wurden; ein weiteres Rechtsdrehen, besonders auf den Inseln im Westen, wo die Winde vielfach bis WNW, abhängig im Einzelfall von dem Verlauf der Küste, drehten, erfolgte gegen Abend und zugleich auch der Eintritt der außergewöhnlich schweren Böen von teilweise orkanartiger Stärke, nahe der Zeit, wo das Barometer seinen tiefsten Stand erreichte und zu stetigem Steigen überging.

Tabelle 2. **Stündliche Windgeschwindigkeiten m/sek. und Windrichtungen am Ende der Stunden.**

	Bremen *)	Hamburg	Keitum		Bremen *)	Hamburg	Keitum
16. II. 8— 9h V	SW 8	SO 9	S 6	9—10h	W 15	SW 14	WSW 19
9—10h	WSW 13	SO 5	SSO 8	10—11h	W 16	SW 14	NW 18
10—11h	WSW 12	WSW 3	SSW 7	11—12h	W 15	SW 14	NW 18
11—12h	WSW 14	WSW 7	SSW 8				
0— 1h N	WSW 14	WSW 9	WSW 9	**17. II.** 0— 1h V	W 15	SW 13	NW 18
1— 2h	W 12	WSW 11	WSW 9	1— 2h	WSW 16	SW 13	WNW 16
2— 3h	W 12	WSW 9	WSW 10	2— 3h	W 16	SW 13	NW 15
3— 4h	WNW 12½	SW 7	W 9	3— 4h	W 15	SW 11	NW 14
4— 5h	W 16½	SW 11	WSW 14	4— 5h	WSW 14	SW 11	NNW 13
5— 6h	W 17	SW 13	WSW 15	5— 6h	W 13	SW 11	NW 13
6— 7h	W 18	SW 15	SW 15	6— 7h	W 11	SW 10	NW 12
7— 8h	W 16	SW 19	W 17	7— 8h	W 11	SW 11	NNW 10
8— 9h	W 15	SW 15	WNW 19	8— 9h	W 10	SW 11	NNW 10

*) Meteorologisches Observatorium der Freien und Hansastadt Bremen.

Zufolge den in Tabelle 2 gegebenen Aufzeichnungen der selbsttätigen Windschreiber in Bremen, Hamburg und Keitum wehten wenigstens zeitweise in den einzelnen Stunden stürmische Winde in Bremen von 9h V am 16. bis 6h V am 17., in Hamburg von 5h N am 16. bis 3h V am 17. und in Keitum von 4h N am 16. bis 7h V am 17., also während 21, 10 und 15 Stunden; die größten stündlichen Windgeschwindigkeiten traten in Bremen von 6 bis 7h N mit 18 m/sek., in Hamburg von 7 bis 8h N mit 19 m/sek. und in Keitum von 8 bis 10h N mit 19 m/sek. auf, bald nach dem Eintritt der niedrigsten Barometerstände, der nur in Keitum, wo der Wind aus südwestlicher in nordwestliche Richtung umging, von einer Drehung der Windfahne begleitet war. Gegenüber den andauernd südwestlichen Winden in Hamburg haben wir für die Elbmündung, ähnlich wie für Bremen, in der Nacht zum 17. westliche und weiter nach Westen hin Winde aus W bis WNW und teilweise aus NW anzunehmen, wie diese auch in Keitum aufgezeichnet worden sind; eine Erklärung für dieses Verhalten bietet eine Betrachtung des Verlaufes der Isobaren über dem Süden der Nordsee auf den Wetterkarten vom Abend des 16. und Morgen des 17. Februar (Tafel 11).

Ergänzend möge hinzugefügt werden, daß dieser Sturmwirbel während seines Fortschreitens nach Westrußland, wie dies auf den Wetterkarten zu ersehen ist, stürmische Winde auch an der Ostseeküste bis Memel hervorgerufen hat. Nach den selbsttätigen Aufzeichnungen der Windschreiber auf den Normalbeobachtungsstationen der Seewarte in Kiel von 7h N am 16. bis 4h V am 17. (Höchstwert 16 m/sek. von 10h N bis 12h N am 17.), in Swinemünde von 10h N am 16. bis 10h V am 17. (Höchstwert 15 m/sek. von 2 bis 4h V bei einer Sturmnorm — siehe oben — von 10.5 m/sek.), in Rügenwaldermünde von 0h V bis 3h N am 17. (Höchstwert 20 m/sek. von 4 bis 5h V am 17. bei einer Sturmnorm von 15 m/sek.), in Danzig-Neufahrwasser von 11h N am 16. bis 4h N am 17. (Höchstwert 19 m/sek. von 5 bis 6h V am 17.) und in Memel von 9h N am 16. bis 8h N am 17. (Höchstwert 21 m/sek. von 9 bis 11h V am 17.). Die Eintrittszeiten der durchweg bei Winden aus südwestlicher Richtung auftretenden Höchstwerte der stündlichen Windgeschwindigkeiten lassen das zeitliche Fortschreiten des Sturmwirbels gut erkennen; die Höchstwerte selbst zeigen, daß der Sturm im Osten unserer Küste mit kaum geringerer Stärke als im Westen geweht hat, soweit nicht etwa charakteristische Verschiedenheiten in dem Rhythmus der Böen Unterschiede zur Folge gehabt haben.

Da das in der Nacht vom 16. zum 17. zur Sturmflut anwachsende Hochwasser rechnungsmäßig in Borkum um 9h 49min N, in Geestemünde um 0h 11min V, in Hamburg um 3h 50min V und in Munkmarsch um 1h 31min V eintreten sollte und somit die stürmischen Winde aus westlichen Richtungen bereits einige Stunden vor Eintritt des vorangehenden Flutstromes und stundenlang mit großer Stärke geweht hatten, war das Wasser wieder wie im Januar in die Helgoländer Bucht

zusammengetrieben und von dort in die Flüsse gedrängt worden. Als ein wesentlicher Unterschied gegenüber der Sturmflut vom Januar machte sich aber stark geltend, daß die Winde an dem West—Ost verlaufenden Teil der Nordseeküste im ganzen westlich blieben und das Drehen nach Nordwest wesentlich auf den Nord—Süd verlaufenden Teil, die Küste nördlich der Elbe, beschränkt blieb, von wo sich das Gebiet mit nordwestlichen Winden auch nicht weit westwärts über die Nordsee erstreckt haben wird, während zufolge der Wetterkarte vom Abend des 13. Januar stürmische nordwestliche Winde über der ganzen Nordsee herrschten. Das Fehlen dieser Nordwestwinde bei der Februar-Sturmflut hatte zur Folge, daß das Hochwasser über dem West—Ost verlaufenden Teil der Nordseeküste geringere Höhen als im Januar erreichte; besonders aber waren aus demselben Grunde auch die zerstörenden Wirkungen hier erheblich geringere, da bei der gleichen Stärke des Windes entsprechend dem Verlauf dieses Küstengebiets westliche Winde weit geringeren Wellenschlag als nordwestliche und nördliche Winde hervorrufen. Nördlich von der Elbmündung hingegen erreichte die Sturmflut im Februar erheblich größere Höhen als im Januar, da, wie angeführt, die stürmischen Winde über dem äußersten Süden und dem Westen der Nordsee wesentlich ihre westliche Richtung während der Zeit der auflaufenden Flut beibehielten und das Auftreten von Nordwestwinden über einem verhältnismäßig schmalen, diesem Küstenteil vorgelagerten Gebiet nur die Wirkung haben konnte, daß das längs der Küste nach Norden hin getriebene Wasser hier noch weiter aufgestaut wurde; dazu kommt, daß nach Ausweis der Windaufzeichnungen von Keitum a. Sylt die mittleren Windstärken im Norden bei der zweiten Sturmflut erheblich stärker als bei der ersten waren — im Durchschnitt der letzten sechs Stunden vor dem Höchstwasser im Februar 18 m/sek. gegenüber nur 12 m/sek. im Januar.

Auch diese Sturmflut hat wieder für Holland ausgedehnte Überschwemmungen herbeigeführt. Über ihr Auftreten an unserer Küste mögen die nachstehenden Berichte einen lebendigeren Einblick gewähren, als die bloße Betrachtung von Witterungsvorgängen solches zu leisten vermag.

Berichte über die Sturmflut vom 16./17. Februar 1916.

Borkum. Am 16. Februar 1916 hatten wir nur einen Höchststand des Wassers von etwa 2.60 m über Null. Schäden sind, außer erneuter Beschädigung des noch nicht fertiggestellten Bahndammes, nicht bekannt. Bölts, Vorsteher der Sturmwarnungsstelle der Deutschen Seewarte.

Norderney. Die Sturmflut vom 16. Februar stieg um 9h 20min nachmittags auf 2.27 m über gewöhnlichem Hochwasser. Die Beschädigungen am hiesigen Hafen wurden dadurch noch bedeutend vergrößert. Die Dünen wurden wiederum stark abgebrochen, so daß die sogenannte Wilhelmshöhe herunterstürzte und nur noch in Trümmern geborgen werden konnte. Sonst sind im allgemeinen größere Beschädigungen nicht angerichtet worden.

Janssen, Vorsteher der Sturmwarnungsstelle der Deutschen Seewarte.

Brake. Am 16. Februar 1916 war der Wind morgens SW und WSW, Windstärke 6 bis 7, mit Regenböen, nachmittags drehte der Wind mehr rechts nach West und wehte mit Stärke 10 bis 11. Den höchsten Wasserstand hatten wir in Brake mit 2 m 25 cm über normal am 17. Februar morgens 1h 5min zu verzeichnen. Die größte Windstärke herrschte am 16. Februar nachmittags $6^1/_2$ Uhr mit Stärke 11 bis 12. Schaden ist hier keiner von Bedeutung entstanden.

Gollin, Vorsteher der Agentur der Deutschen Seewarte.

Glückstadt, den 17. Februar 1916. Nachdem die Witterung schon seit einigen Tagen recht unbeständig gewesen war, kam gestern abend ein WSW-Sturm auf, der bald orkanartig dahinbrauste und in Verbindung mit Regen-, Schnee- und Hagelböen einen förmlichen Aufruhr der Natur verursachte. Durch den Sturm trat im Gebiet der Unterelbe eine gewaltige Sturmflut ein. Das Wasser stieg sehr schnell, schon um $9^1/_2$ Uhr hatte es die zum Elbpavillon führende Treppe erreicht. Jeglicher Verkehr nach dem Außenhafen war damit aufgehoben. Die große Stöpe mußte geschlossen werden. Mit dieser Arbeit wurde schon um 9 Uhr begonnen, erst nachts gegen 2 Uhr konnten die Angestellten des Wasserbauamts von dieser Arbeit nach Hause gehen. Um diese Zeit hatte die Sturmflut eine Höhe von fast 6 m erreicht, also 3 m über dem normalen Wasserstand. Seit Jahrzehnten ist hier ein so hoher Wasserstand nicht zu verzeichnen gewesen. Ganz arg hausten die außerhalb der Schuppen treibenden Hölzer. Vom Südweststurm und starken Wellengang wurden sie gegen die Umfriedigung der Lübkeschen Kohlenläger geschleudert und zerstörten diese vollständig. Auch die bei der vorletzten großen Sturmflut schon schwer beschädigte Mole ist diesmal weiter zerstört worden. Ebenso erging es dem Lübkeschen Kohlenschuppen. Der kleine Schleppdampfer »Hurra« lief mit dem Vorderschiff auf der Kaimauer fest, konnte aber heute morgen wieder abgebracht werden. An Uferbefestigungen und an Deichen wurden erhebliche Schäden durch Wellengang angerichtet. Der angeschwemmte Unrat liegt hoch an den Deichen. In Wewelsfleth sind auf den Helgen liegende

Schiffe abgetrieben und liegen jetzt quer über den Helgen. Auch sind von den Werften viele Hölzer abgetrieben.

Hamburg, Altona und **Umgebung**. (Hamburger Nachrichten.) Die unruhige Witterung der letzten Tage erreichte in der letzten Nacht ihren Höhepunkt. Der böige Südwestwind ging im Laufe des gestrigen Tages auf Nordwest. Er brachte heftige Schnee-, Regen- und Hagelböen, in denen der Wind zeitweilig die Stärke eines Orkans hatte. In den Abendstunden herrschte ein regelrechter Sturm, der mit einer durchschnittlichen Stärke von 10 nach Beauforts Skala wehte und auch während der Nacht bis in die Morgenstunden hinein ungeschwächt anhielt. Die Folge war, daß die Elbe wieder einen außergewöhnlich hohen Wasserstand erreichte, der um nur 3 Zoll bzw. 8 cm hinter der selten hohen Sturmfluthöhe, die in der Nacht vom 13. zum 14. Januar d. Js. eintrat, zurückblieb. Damals hatte das Hochwasser den seit 1881 höchsten Wasserstand erreicht, der mit 17 Fuß 11 Zoll über Altnull bzw. 8.01 m über Neunull am Pegel bei den St. Pauli-Landungsbrücken verzeichnet wurde. Heute morgen um 4h 10min betrug der Wasserstand 17 Fuß 8 Zoll über Altnull bzw. 7.93 m über Neunull. Nach hier eingegangenen Meldungen soll der Pegel in **Cuxhaven** 7.87 m gleich 17 Fuß 5 Zoll über Altnull verzeichnet haben; also auch dort hatte die Sturmflut fast die gleiche Höhe wie hier in Hamburg erreicht.

Am Hafen war das Wasser über die Ufer getreten und in die Keller gedrungen. Es stand auf den Vorsetzen und am St. Pauli-Markt und St. Pauli-Fischmarkt weit über den Straßendamm hinüber bis an die Häuserfronten. Auf den Vorsetzen war daher der Straßenverkehr während des Hochwassers nicht möglich. Erst nach 5 Uhr morgens trat die Flut merklich zurück. Auf der weiten Wasserfläche des Hafens, aus der nur die Köpfe der Pfahlgruppen hervorragten, trieben viele durch den Sturm und die Flut losgerissene Schuten, von denen einige gekentert waren und mit dem Kiel nach oben auf der aufgeregten Flut herumtanzten. Weitere nennenswerte Schäden sind durch den Sturm im Hafen nicht angerichtet worden. Gegen 5 Uhr flaute der Sturm erheblich ab, und die Wassermassen traten schnell zurück.

Im Fernverkehr traten durch den Sturm empfindliche Störungen ein. Das hiesige Haupttelegraphenamt gibt bekannt: Infolge des heftigen Sturmes sind die telegraphischen Verbindungen des hiesigen Telegraphenamts nach Holland, dem Rheinland, Süddeutschland, Bayern, der Schweiz, Österreich-Ungarn, Ost- und Westpreußen, Dänemark und Schweden unterbrochen. Die Telegramme nach diesen Gebieten werden große Verzögerungen erleiden. Auch ist der Telegrammverkehr nach dem übrigen Deutschland wegen des Unwetters Verzögerungen unterworfen.

Ferner gibt das Hamburger Fernsprechamt bekannt: Infolge des Sturmes sind zahlreiche Fernsprechleitungen nach allen Richtungen gestört. Verzögerungen in der Abwicklung der Ferngespräche werden sich nicht vermeiden lassen.

In **Altona** haben der Sturm und das Unwetter in der letzten Nacht überall mannigfachen Schaden angerichtet. Bald nach 2 Uhr am Mittwoch früh trat das Wasser der Elbe aus den Ufern und überschwemmte den Fischmarkt, die in der Elbgegend niedrig gelegenen Straßenzüge sowie die Gegend von Neumühlen und Övelgönne. Das Wasser stieg langsam bis gegen 4 Uhr morgens. Das Kraftwerk der Elektrizitätsgesellschaft Unterelbe, Akt. Ges., wurde zum Teil unter Wasser gesetzt, so daß ganz Altona, Ottensen, Bahrenfeld und Othmarschen stundenlang ohne elektrische Energie waren. Der gesamte Straßenbahnverkehr war bis gegen 9 Uhr vormittags lahmgelegt. In einzelnen Stadtteilen versagte das elektrische Licht bereits kurz nach 6 Uhr morgens, in anderen erst gegen 8 Uhr vormittags.

Das Hochwasser, das allerdings nicht ganz die Höhe vom 13. Januar d. Js. erreichte, hat teilweise erheblichen Schaden angerichtet. Im Elektrizitätswerk Unterelbe erreichte das Wasser im Keller eine Höhe von über einem Meter. Am Fischmarkt, in der Kleinen und Großen Elbstraße liefen zahlreiche Keller voll Wasser. Am Fischmarkt sowohl als auch bei Övelgönne wurden mehrere Kähne und andere Fahrzeuge von den Verankerungen losgerissen und in den Strom getrieben; sie konnten jedoch größtenteils im Laufe des Vormittags wieder aufgebracht werden. In verschiedenen Gegenden der Stadt wurde am Baumbestand erheblicher Schaden angerichtet.

Altenwerder. Die Bewohner hatten von Mitternacht bis zum frühen Morgen vollauf zu tun, um von den Außendeichen das Vieh aus den Ställen und ihre Haussachen aus den Kellern und Untergeschossen in Sicherheit zu bringen. Das Wasser stieg sehr schnell und erreichte zur Zeit des Hochwassers beinahe die Höhe der Sturmflut vom 13. Januar. Die Vorländer wurden sämtlich überschwemmt, da das Wasser über die Sommerdeiche trat. Die außerhalb der Hauptdeiche liegenden Keller und Untergeschosse liefen voll Wasser, und die Landungsbrücke wurde vollständig überflutet. Über den Deich der Domäne Kattwyk stürmte das Wasser in das Binnenland und setzte die Felder und Wiesen unter Wasser, das heute vormittag bei Niedrigwasser noch nicht abgelaufen war. Die Flut hat wieder erheblichen Schaden angerichtet.

In **Moorburg** ertrank Vieh. Auch hier wurde die Landungsbrücke der Harburger Dampferanlegestelle überflutet. Die Keller der an der Süderelbe gelegenen Häuser liefen sämtlich voll Wasser. Auch hier erreichte die Flut beinahe die Höhe der außerordentlichen Januar-Sturmflut.

Stade. Die Sturmflut, die in der vorletzten Nacht einsetzte, hat die untere Stadt wieder völlig überschwemmt. Die Wasserhöhe überschritt die vom 13. Januar 1916 um 2 cm. Keller und Wohnungen der in der unteren Stadt gelegenen Häuser waren unter Wasser gesetzt. Besonderer Schaden ist nicht eingetreten.

Auch **von der Oste** wird berichtet, daß die Sturmflut in der gestrigen Nacht fast so hoch war wie am 13. Januar. Nur 4 cm fehlten an dem damaligen Höchststand von 6.70 m. Infolgedessen waren die Vorländer der Oste sämtlich unter Wasser gesetzt. Das an mehreren Stellen dort untergebrachte Vieh mußte in Sicherheit gebracht werden. Viel Schaden ist wieder auf den Ländern außerhalb der Deiche angerichtet worden. Er ist aber bei weitem nicht so erheblich, wie ihn damals die Januar-Sturmflut angerichtet hatte.

Aus **Elmshorn** wird berichtet: Stadtseitig wurde in Elmshorn in der vorletzten Nacht die Bewohnerschaft durch Warnungsschüsse auf die Hochwassergefahr aufmerksam gemacht. Die niedrig gelegenen Straßen sind mehr vom Hochwasser betroffen worden als vor einigen Wochen. Die Kellerräume im Zentralhotel, bei dem Kaufmann John Ely, Café Schrader, Holsteinischen Hof usw. waren bis zur Decke gefüllt. Die Feuerwehr mußte zur Hilfeleistung herbeigerufen werden. Der Wasserstand war diesmal so hoch, daß verschiedene Straßen, wo man früher bisher keine Wassergefahr kannte, unter Wasser gesetzt und die Kellerräume gefüllt wurden. Selbst die von mehreren Besitzern in der Königstraße angebrachten Vormauern sind überflutet worden.

Finkenwärder. Die zweite hohe Sturmflut hat auf Finkenwärder ungleich schwerere Schäden im Gefolge gehabt als die erste, da sie durch anderen Wind entstanden ist. Außer den üblichen Hausbeschädigungen haben diesmal die Werften an der Aue schwer gelitten. Die aufliegenden Sportfahrzeuge und aufgestapelten Holzvorräte sind ins Treiben geraten und vom Winde quer über die Aue ins Flet und an das Waltershofer Ufer hinaufgetrieben. Besonders die Werft von Behrens hat sehr gelitten. Eins von den Fahrzeugen ist ins Flet getrieben und in der Nähe des neuen Lotsenhauses gesunken. Schwere Schäden weisen die neuen Deichanlagen, die das neue Vorland schützen, auf. An ihnen ist jahrelange Arbeit in einer Nacht vernichtet worden. Die Steinböschung hat sich als nicht hoch genug erwiesen, und die Erdmassen sind weggespült. Verglichen mit den Schäden der ersten Flut bedeuten die jüngsten einen vielfach größeren Verlust. Es handelt sich hier um Tausende von Mark. Der Lüneburger Deich hat ebenfalls wieder schwere Wunden erhalten; er weist auf einer weiten Strecke tiefe Löcher auf.

Tönning, 22. Februar. Sturmflutschäden werden noch andauernd von allen Seiten gemeldet. Am Vollerwieker Eiderdeich stieg das Wasser fast bis zu seinem Kamm, welche Höhe die Novemberflut im Jahre 1911 nicht ganz erreichte. Der Deich hat sehr gelitten und weist besonders in der Nähe der »Batterie« umfangreiche, bis $^3/_4$ m tiefe Löcher auf. — Der Schaden am Dock- und Porrenkoog bei Husum wurde in einer Versammlung der Koogsinteressenten so hoch eingeschätzt, daß 300 *M* Kosten auf jeden Hektar Landbesitz im Porrenkoog kommen, was 79 500 *M* ausmacht. — Die Kosten der Ausbesserung der Sturmflutschäden am Eiderdeiche bei Koldenbüttel werden 10 000 *M* betragen. An dem Drager Deich sind etwa 30 bis 35 Brüche und Erdrutschungen eingetreten, davon einige bis 100 m Länge und mehrere große Löcher beieinander, die eine Länge von 300 bis 400 m haben. In kaum einer Stunde waren Oldenfelder-, Reeker- und Süderfelder- sowie der große Deljerkoog 1 bis 2 m unter Wasser gesetzt, und die Außendeichsbewohner mußten wieder Zuflucht auf den Böden suchen. Bei der Familie Holling sind wieder wie 1911 der ganze Viehstapel in den hereinbrechenden Fluten ertrunken, darunter gegen 40 wertvolle Mutterschafe, die im Deljerkoog weideten. Der neben dem Hause stehende Stall ist mit dem darin befindlichen Pferde vollständig verschwunden. Holling kann seinen Verlust des Viehstapels auf 12 000 bis 15 000 *M* schätzen. Bei einem Landmann sind 18 Kühe auf den Boden geschafft worden. Es ist mit dem Füttern usw. recht beschwerlich, doch ist das Vieh damit doch in Sicherheit. Mit dem Pellwormer Dampferschuppen, der völlig vernichtet wurde, gingen leider auch für 1000 *M* dort lagernde Waren verloren.

Friedrichstadt. Eine Sturmflut, die noch erheblich heftiger war als die am 6. November 1911, hat unsere Gegend in der letzten Nacht wieder heimgesucht. Das Wasser stieg am Abend des 16. Februar gegen 7 Uhr bereits bis zum Kamme des Deiches und erreichte eine Höhe von 4.10 m über normale Fluthöhe oder 1 m mehr als 1911. An fünf Stellen sind an unseren Deichen Kammbrüche eingetreten, an zwei Stellen vollständige Durchbrüche der Eiderdeiche. Die Brüche sind im Deljerkooge und im Oldenfelderkooge, aber auch in den anliegenden Koogen. Gegen 3 Uhr gestern morgen wurde das Militär aus der Stadt Friedrichstadt zur Hilfe herangeholt, und Pioniere kamen von dort mit Booten, Fuhrwerken und Pontonbooten. Die Bewohner der überschwemmten Kooge gerieten in die höchste Lebensgefahr, und das Wasser stieg bis zum First der Gebäude. Es mußten verschiedene Gewese geräumt werden. Von dem Ingut und dem Vieh ist das meiste verloren. Wären die Deiche nicht durchgebrochen, so wäre die Flut zweifellos in die Stadt gekommen. An Gebäuden und in den Gärten hat der Sturm viel Schaden angerichtet; zahlreiche Bäume sind entwurzelt, und ländliche Gebäude sind vom Sturm abgedeckt. Der Schaden läßt sich heute noch nicht übersehen. Die Kooge gleichen einem See, und die Deiche, die erst 1911 erbaut sind, werden große Kosten verursachen.

Husum, den 17. Februar. Eine Sturmflut, wie man sie in gleicher Höhe seit der Katastrophe von 1825 nicht mehr erlebt hat, suchte in der Nacht vom 16. zum 17. Februar die nordfriesischen Inseln, Halligen und Küsten heim. Zahllos sind die Deichschäden, die die bei der Husumer Schleuse 7.4 m über Null erreichende Flut anrichtete. Über den auf weiten Strecken schwer beschädigten, stellenweise fast ganz verschwundenen Seedeich des Dockkoges und des Porrenkoges bei Husum ist mehrfach längere Zeit ein voller Wasserstrom ins Land hineingedrungen. In Westerland auf Sylt sind von der schwer beschädigten Landungsbrücke der Föhrer Dampfer in Dagebüll 25 m weggetrieben, doch ist der Verkehr dadurch nicht behindert. Der Ewer eines Wattenschiffers wurde auf die Krone des stellenweise schwer beschädigten Nordstrander Seedeiches geworfen, während der Segler »Julandia« von Föhr auf Rumschholtsand strandete. Die Sommerköge sind ohne Ausnahme an der ganzen Küste überflutet; empfindlicher Schaden entsteht, wo in ihnen Wintergetreide gesät wurde. Bei den Husumer Austernbassins wurden die Mauern des Packhauses vollständig zertrümmert und das Strohdach ganz fortgetrieben. Aus der Gastwirtschaft »Erholung« bei Husum mußten die Bewohner, die ihr Vieh in das Obergeschoß des Hauses retteten, flüchten, nachdem fast der ganze Deich, in dessen Schutz das Haus gelegen hatte, weggerissen war. Der Strand bietet dort ein Bild trostlosester Verwüstung. Viele Deichverbände werden jahrelang schwer an dem Schaden dieser Flut zu tragen haben.

Wyk auf Föhr. Die Art, wie sich die gestrige Sturmflut auf der Insel Föhr, besonders im Nordseebade Wyk, bemerkbar machte, kam vielen völlig unerwartet. Am Morgen des gestrigen Tages

setzte allerdings erst starker Südoststurm ein, der nach und nach in einen Orkan ausartete. Der Wind drehte gegen 7 Uhr abends auf West, und dadurch wurden ungeheure Wassermassen in das Wattenmeer hineingetrieben. Es ist wohl nicht zuviel gesagt, wenn behauptet wird, daß seit 1825 der gestrige Tag für Wyk die höchste Sturmflut gebracht hat. Am Strande, namentlich am Damenbad, ist sehr viel Schaden angerichtet; auch das Familienbad hat schwer gelitten. Am meisten gefährdet war aber das Leuchtfeuer in der Nähe des Damenbades. Der Leuchtturm wurde gänzlich freigelegt und zeigt eine bedenkliche Neigung nach der einen Seite, so daß man ihn beinahe mit dem schiefen Turm von Pisa vergleichen kann. Schwer gelitten haben auch in Wyk die Häuser in der Hafenstraße und die Garten sowie die Kellerräume von Deppes Hotel; ebenfalls die kleine Marsch ist unter Wasser gesetzt. Die Wege, die bereits für den kommenden Sommer wieder hergerichtet waren, sehen trostlos aus; besonders die Strandpromenade wird große Kosten verursachen. Der vor mehreren Jahren erbaute Zementdeich ist ebenfalls an verschiedenen Stellen schwer beschädigt.

Sturmflut auf **Föhr.** Von einem schrecklichen Unwetter wurden gestern wieder die Inseln und Nordseeküsten heimgesucht. Ein Sturm, gegen den sich erwachsene Menschen kaum behaupten konnten, brauste aus Westen über Land und Meer. Mit elementarer Gewalt wurden große gesunde Bäume in den Dörfern entwurzelt, Dächer beschädigt, Reth, Ziegel und Schiefer prasselten zur Erde und machten zeitweise den Verkehr im Freien lebensgefährlich. Um ½8 Uhr abends mußte das Wyker Elektrizitätswerk wegen der ständigen Kurzschlüsse zum Schutze der inneren Einrichtungen das Leitungsnetz stromlos legen, wodurch in allen Häusern in Wyk und Boldixum Dunkelheit herrschte, bis eine notdürftige Beleuchtuug durch Petroleum wiederhergestellt werden konnte. Währenddessen brauste und heulte der Sturm in immer stärkeren Böen über unser kleines Eiland. Gegen 10 Uhr hatte der Wasserstand schon eine besorgniserregende Höhe angenommen. Feueralarm rief in Wyk die Mannschaften zur Hilfeleistung nach der Hafenstraße, wo Sandsäcke gepackt werden sollten. Es war aber nicht möglich, gegen das Wasser anzuarbeiten, man mußte vor dem die Hafenstraße gleich einem Gebirgsbach entlang brausenden Strom das Feld räumen. Das war gegen 11 Uhr nachts und erst gegen 1 Uhr hatte die Flut ihren höchsten Stand erreicht, und immer rasender stieg die See, mit Donnergetöse sich am Lande brechend. Bald nach 12 Uhr konnte zum Glück ein Stillstand des Steigens beobachtet werden, wenn auch der Sturm einstweilen noch in schweren Böen weiter heulte. Aber welch ein Bild bot sich heute morgen dem Auge, eine Zerstörung, wie wir sie in unserem Badeorte in dem Maße noch nicht gesehen; weniger der Sturm als das Wasser hatte arg gehaust. Das Pflaster der Hafenstraße aufgewühlt, teilweise in große Löcher versackt. Die Fundamente des Friedrichschen und Albertsschen Hauses an der Ostseite bis zu über ein Meter Tiefe freigespült. Der schöne Strandweg vom Sandwall bis zu den Bädern an vielen Stellen arg beschädigt, die Gärten an der Strandpassage überspült von Sand und Schlick. Der Zementbelag an der Uferschutzmauer von Wyk und Boldixum an mehreren Stellen fortgespült und an der oberen Uferkante große Löcher gerissen. Unsere Deiche haben standgehalten. Beim Osterdeich hat wohl die Außendossierung etwas gelitten, auch sind bei Nishörn Rutschungen des Binnendeichs festgestellt, aber die Flut hat doch nicht in unsere Marsch einzudringen vermocht. Erwähnen wollen wir noch, daß die gestrige Flut die höchste seit der Sturmflut des Jahres 1825 gewesen ist. Damals hatte der Wasserstand die Höhe von 3,60 m über ordinäre Flut erreicht und stand in Wyk das Wasser bis zur Apotheke; gestern war es bis 3,20 m über Normal aufgelaufen, während es 1911 nur die Höhe von 3,10 m erreicht hatte.

Pellworm. Am 16. Februar 12 Uhr nachts 3,40 m über Normal, abends 8 Uhr wurde Windstärke 10 beobachtet, um 10 Uhr abends starke Böen aus WNW, Windstärke 10. Gleich nach 10 Uhr riß der Güterschuppen der Neuen Dampfschiffahrt-Gesellschaft weg und gingen etwa 3000 M. Waren verloren. Gegen 12 Uhr nachts trieb der Schoner »Inlandia«, Kapitän Clausen, von Föhr von der Reede hier weg und strandete um 1 Uhr nachts auf Korphold; die Ladung bestand aus Kohlen.

Marcussen, Vorsteher der Sturmwarnungsstelle der Deutschen Seewarte.

Keitum a. Sylt. Am 16. Februar morgens 8 Uhr war das Barometer bis auf 738,4 mm gefallen, der Wind war südlich und wehte in Stärke 5, mit Regen und Schneeböen. Das Barometer fiel fortdauernd sehr schnell, so daß um 11 Uhr vormittags 733,3 abgelesen wurde, der Wind war noch südlich mit Regen, hatte jedoch schon Neigung, nach rechts zu drehen. Um 2 Uhr nachmittags wurde nur noch 730,6 abgelesen, der Wind wehte jetzt in Stärke 6 bis 7 aus WSW. Um 5 Uhr nachmittags war das Barometer weiter gefallen bis auf 727,3 mm, Wind WSW in Stärke 8 bis 9 mit schweren Böen. Um 7 Uhr nachmittags war der Sturm bis zum Orkan angewachsen, Barometer 725,5, Wind West. Um 11 Uhr nachts erreichte der Sturm seinen Höhepunkt, das Barometer war bis auf 721,0 gesunken. Die größte Höhe des Wassers betrug um 2 Uhr nachts am 16./17. Februar 4,80 m über Normal am Pegel bei Munkmarsch.

Gewaltige Wogenberge wurden gegen die Strandbefestigungen in **Westerland** geworfen, welche gegen 12 Uhr nachts nicht mehr standzuhalten vermochten und nachdem die Grundfesten unterwühlt waren, mit donnerndem Getöse zusammenstürzten, so daß man anfangs der Meinung war, eine Mine sei gegen die Mauer geschleudert worden; gewaltige Zementblöcke wurden jetzt weithin geschleudert, und das Wasser bahnte sich bereits einen Weg bis in die Strandstraße, welche von Gischt und Wasserdampf fast verhüllt wurde. Der Millionenbau zum Schutze des Strandes, der erst vor wenigen Jahren errichtet war und bisher als vollständig sicher gegen den Anprall der Wogen gegolten hatte, wurde in wenigen Stunden zerstört. Zahlreiche Häuser wurden abgedeckt, Bäume entwurzelt, Stangen und Signalmasten geknickt sowie das ganze Wiesenland der Insel von Salzwasser überflutet, verschiedene Fahrzeuge waren gestrandet und zum Teil hoch aufs Land hinaufgesetzt. Nach Aussagen der ältesten Leute ist diese Sturmflut die heftigste seit Menschengedenken gewesen und hat, wenn auch keine Menschenleben auf unserer Insel zu beklagen sind, gewaltigen Materialschaden verursacht. Um Mitternacht drehte der Wind nach NW und wehte noch fast den ganzen folgenden Tag in schweren Böen.

Kapitän J. Boysen, Vorsteher der Normalbeobachtungsstation der Deutschen Seewarte.

Zeit und Höhe der in beiden Sturmfluten beobachteten höchsten Wasserstände.

Um Angaben über die Eintrittszeiten und die Höhen der diesjährigen Sturmfluten sowie über die Höhen früherer Sturmfluten zu erhalten, wurde ein Rundschreiben an die Sturmwarnungsstellen der Nordsee gerichtet, andere konnten den gütigst zur Einsicht überlassenen Akten des Wasserbauamts zu Neuhaus a. d. Oste und den erbetenen Mitteilungen des Wasserbaudirektors in Hamburg, der Königl. Wasserbauämter in Emden und Husum und des Kaiserl. Observatoriums in Wilhelmshaven entnommen werden. Eine große Schwierigkeit bei der Bearbeitung der gewonnenen Höhenangaben bereitete bei den an erster Stelle angeführten Beiträgen, abgesehen von gelegentlich fehlerhaften Angaben über die Daten, die so verschiedene Lage der Nullpunkte der Höhenmessung, indem sich neben der Beziehung auf N. N. noch solche auf Normalniedrigwasser, auf Normalhochwasser, auf Mittelwasser, auf Hamburger Neunull, auf andere lokale Pegelnulle oder auch Angaben ohne nähere Bezeichnung vorfanden. In der Zusammenstellung der Tabelle 3 sind die Fluthöhen soweit als möglich auf N. N. umgerechnet eingestellt worden. Die Tabelle enthält weiter neben den beobachteten oder aufgezeichneten Eintrittzeiten des Höchstwassers noch die hierfür vorausberechneten Zeiten, sowie die Unterschiede der höchsten Wasserstände der beiden Sturmfluten und die Zeitunterschiede der beiderlei Eintrittzeiten, und endlich in der letzten Spalte die Unterschiede dieser bei den zwei Fluten beobachteten zeitlichen Verschiebungen. Über die räumliche Anordnung der erreichten Höhen des Höchstwassers vermag diese Tabelle bei den verschiedenen Nullpunkten der Maßstäbe nichts auszusagen, wohl aber über das gegenseitige Verhältnis der auf den einzelnen Stationen in diesen Sturmfluten erreichten Wasserstände, Spalte $H_2 - H_1$. Wir sehen, daß die Höchstwasser im Januar bei Borkum und Nesserlandschleuse 1 m höher als im Februar gewesen sind, dieser Unterschied ostwärts zunächst langsam abnahm und in Wilhelmshaven noch 69 cm, dagegen in Geestemünde, Neuwerk und Cuxhaven nur 20, 25 und 22 cm betragen hat, um dann in der Elbe teilweise sein Zeichen zu wechseln und einen kleinen positiven Wert, entsprechend höherem Hochwasser im Februar, ebenso wie auch in Büsum anzunehmen; weiter nordwärts aber wuchs die Höhe der Februarflut gegen die des Januar rasch an und überstieg diese in Pellworm und Wyk a. Föhr um 90 cm, in List auf Sylt um 2 m und in Munkmarsch auf Sylt sogar um 2.3 m. Die Höchstwasserstände der Februarsturmflut waren also bei den Nordfriesischen Inseln um 1 bis 2 m und darüber höher als bei der Sturmflut im Januar, dagegen im äußersten Westen der Nordseeküste um 1 m niedriger. In diesem zahlenmäßigen Verhalten findet der besprochene Unterschied in den Richtungen der Winde, die diese Sturmfluten hervorriefen, einen sehr bestimmten Ausdruck. Als bemerkenswert möge noch auf das verschiedenartige Verhalten dieser Wasserstandsunterschiede von Brake gegen Geestemünde einerseits und der Elbstationen gegen Cuxhaven andererseits hingewiesen werden, das sich aus den verschiedenen Richtungen der Unterweser und der Unterelbe und den entsprechend ungleich starken Einwirkungen von westlichen und nordwestlichen Winden auf die in diesen Flüssen vordringenden Flutwellen unschwer erklären lassen dürfte. Aus der Spalte $T_1 - T_1'$ und $T_2 - T_2'$, in denen ein Minuszeichen anzeigt, daß das Höchstwasser früher als nach der Vorausberechnung eingetreten ist, entnehmen wir, daß bis auf Wangeroog, Neuwerk und Munkmarsch, wo in beiden Fällen eine Verspätung eintrat, das Höchstwasser meist bei beiden Sturmfluten früher als vorausberechnet beobachtet worden ist; die Verfrühungen betrugen mehrfach mehr als eine Stunde, doch erscheinen die Beträge der Zeitunterschiede so ungleichartig verteilt, daß ein weiteres zusammenfassendes Urteil über diese an sich nicht einfach zu begründende Erscheinung schwer möglich erscheint. Und dies gilt wohl in noch höherem Grade von den Zahlen der letzten Spalte, in der ein Minuszeichen anzeigt, daß die Höchstwasser im Februar um die angegebene Anzahl von Minuten verhältnismäßig früher als bei der Januarsturmflut eingetreten ist. In Dagebüll, Husum und Büsum, von Glückstadt elb-

Tabelle 3. **Zeit und Höhe des höchsten Wasserstandes.**

	am 13. Januar 1916				am 16./17. Februar 1916						
	Eintritts-zeit T_1	H_1 m	Berechnete Eintritts-zeit T_1' (N)	Febr.	Eintritts-zeit T_1	H_2 m	Berechnete Eintritts-zeit T_2'	$H_2 - H_1$ m	Δ_1 $T_1 - T_1'$ Min	Δ_2 $T_2 - T_2'$ Min	$\Delta_2 - \Delta_1$ Min
1. Borkum	5—6h N	3.60 über Null	4^{50}h	16.	9^{20}h N	2.60 über Null	9^{49}h N	— 1.00	+ 31 (?)	— 29	— 60
2. Knock	6^{10}h N	4.44 « N. N.	6^{08}h	16.	11^{00}h N	3.34 « N. N.	11^{28}h N	— 1.10	+ 2	— 28	— 30
3. Nesserland-Schleus.	6^{20}h N	4.70 « N. N.	6^{35}h	16.	10^{30}h N	3.70 « N. N.	11^{25}h N	— 1.00	— 15	— 55	— 40
4. Norderney	4^{55}h N	3.02 « M. H.	6^{05}h	16.	9^{20}h N	2.27 « M. H.	10^{45}h N	— 0.75	— 70	— 85	— 15
5. Wangeroog	6^{15}h N	3.86 « N. N.	5^{57}h	16.	11^{00}h N	3.31 « N. N.	10^{42}h N	— 0.55	+ 18	+ 18	0
6. Friedrichschleuse bei Karolinensiel	5^{40}h N	4.04 « N. N.		16.	10^{20}h N	3.30 « N. N.	10^{20}h N	— 0.74	—	—	—
7. Schillighörn	6^{30}h N	7.35 « M. N.	6^{21}h	16.	?	6.75 « M. N.	11^{06}h N	— 0.60	+ 9	—	—
8. Wilhelmshaven	6^{30}h N	4.82 « N. N.	7^{10}h	16.	11^{00}h N	4.13 « N. N.	11^{55}h N	— 0.69	— 40	— 55	— 15
9. Geestemünde	7^{00}h N	6.34 über Null	7^{21}h	17.	0^{15}h V	6.14 über Null	0^{11}h V	— 0.20	— 21	+ 4	+ 25
10. Brake	7^{15}h N	2.86 « M. H.	8^{22}h	17.	1^{05}h V	2.25 « M. N.	1^{13}h V	— 0.61	— 67	— 8	+ 59
11. Neuwerk	6^{30}h N	1 unter Deichkrone	6^{15}h	16.	11^{30}h N	$1^1/_4$ unter Deichkrone	11^{05}h N	— 0.25	+ 15	+ 25	+ 10
12. Cuxhaven	5^{55}h N	4.32 über N. N.	7^{05}h	16.	10^{47}h N	4.10 über N. N.	11^{55}h N	— 0.22	— 70	— 68	+ 2
13. Otterndorf	6^{00}h N	4.62 über N. N.		16.	11^{25}h N	4.72 « N. N.		+ 0.10			
14. Neuhaus	7^{05}h N	4.52 « N. N.		16.	11^{45}h N	4.48 « N. N.		— 0.04			
15. Osten	8^{40}h N	4.28 « N. N.		17.	1^{00}h V	4.30 « N. N.		+ 0.02			
16. Brunsbüttel	$6^1/_2$—7h N	4.40 « N. N.	8^{20}h	17.	0—$0^1/_2$h V	4.23 « N. N.	1^{05}h V	— 0.17	— 95	— 50	+ 45
17. Glückstadt	8^{25}h N	2.87 « M. H.	9^{00}h	17.	0^{57}h V	3.06 « M. H.	1^{50}h V	+ 0.19	— 35	— 53	— 18
18. Brunshausen	9^{25}h N	4.31 « N. N.	9^{55}h	17.	1^{00}h V	4.37 « N. N.	2^{45}h V	+ 0.06	— 30	— 105	— 75
19. Altona	11^{15}h N	4.57 « N. N.		17.	4^{00}h V	4.50 « N. N.		— 0.07	—	—	—
20. Hamburg	11^{18}h N	4.56 « N. N.	11^{20}h	17.	3^{32}h V	4.45 « N. N.	3^{50}h V	— 0.11	— 2	— 18	— 16
21. Büsum	6^{40}h N	4.36 über N. N.	7^{02}h	16.	10^{40}h N	4.40 über N. N.	11^{47}h N	+ 0.04	— 22	— 67	— 45
22. Süderhöft		4.30 « M. H.		16.	?	4.80 « M. H.		+ 0.50	—	—	—
23. Tönning	6^{10}h N	4.05 « N. N.	7^{35}h	16.	10^{20}h N	4.67 « N. N.	10^{55}h N	+ 0.62	— 85	— 35	+ 50
24. Husum	7^{15}h N	4.27 « N. N.	8^{15}h	16.	11^{45}h N	5.01 « N. N.	1^{10}h V	+ 0.74	— 60	— 85	— 25
25. Dagebüll	8^{00}h N	2.98 « N. N.	8^{23}h	17.	0^{00}h V	4.08 « N. N.	1^{08}h V	+ 1.10	— 23	— 68	— 45
26. Hoyer Schleuse	8^{00}h N	2.44 « N. N.	8^{52}h	17.	1^{30}h V	4.00 « N. N.	1^{37}h V	+ 1.56	— 52	— 7	+ 45
27. Pellworm	7^{00}h N	2.50 « M. H.	8^{09}h	16.	12^{00}h N	3.40 « M. H.	0^{54}h V	+ 0.90	— 69	— 54	+ 15
28. Wyk a. F.	8^{00}h N	2.30 « M. H.	8^{10}h	17.	geg. 1^{00}h N	3.20 « M. H.	0^{55}h V	+ 0.90	— 10	+ 5	+ 15
29. Munkmarsch	9^{00}h N	2.50 « M. H.	8^{46}h	17.	« 2^{00}h V	4.80 « M. H.	1^{31}h V	+ 2.30	+ 14	+ 29	+ 15
30. List	8^{00}h N	1.92 « N. N.	8^{14}h	17.	1^{32}h V	3.91 « N. N.	0^{59}h V	+ 1.99	— 14	+ 33	+ 47

2. und 3. Wasserbauamt Emden. 8. Kaiserl. Observatorium Wilhelmshaven. 12. und 20. Der Wasserbaudirektor Hamburg. 13., 14., 15. Wasserbauamt Neuhaus a. d. Oste. 24., 25., 26. und 30. Wasserbauamt Husum. Die übrigen Angaben von den Nebenstellen der Deutschen Seewarte. — N. N. = Normalnull. M. H. = Mittleres Hochwasser. M. N. = Mittleres Niedrigwasser. Null wahrscheinlich = Pegelnull.

aufwärts, in Wilhelmshaven sowie von Norderney bis Emden frühung des Hochwassers im Februar größer als im Januar, b Orten aber trat das Hochwasser im Februar verhältnismäßig sp ist auch hier die verhältnismäßige Verspätung um fast eine S gegenüber der Verfrühung längs der Elbe von Glückstadt aufw lassen diese zeitlichen Verschiebungen der Höchstwasserstände der keinen Unterschied zwischen dem Westen und Norden der Küste er für die Höhe der Wasserstände charakteristisch hervortrat. schiebungen der Eintrittszeiten des Hochwassers in ihren Ursach lassen, bedarf es jedenfalls einer erheblich größeren Zahl durcha Beobachtungen. Mutmaßlich wird die von der gewöhnlichen Flutw Schrägung des Wasserspiegels unter dem Einfluß des Sturmes ze den allgemein den Wendepunkt des Steigens des auflaufenden Fl zeichnenden Grenzwert erreichen, bei dem der hydraulische Übe hobenen Wassermassen von dem nachdrängenden Wasser nicht werden kann, so daß ein Zurückfluten eintreten muß; die vertik des Winddruckes wird dabei dieses Gleichgewicht nur wenig zu b mögen, falls er auf dem ganzen Wasserspiegel gleichmäßig lastet.

Vergleich der erreichten Hochwasserstände mit früheren

Die folgende Tabelle 4 gibt eine Zusammenstellung von wasserständen von 1825 bis jetzt und bedarf der folgenden Erlä

1. Die Grundlage der Tabelle bilden die Angaben für Hamburg; diese setzen sich zusammen aus denjenigen für 1825 u 1841 bis 1895, die der Abhandlung von Chr. Nehls: »Die Sturm Elbe, insbesondere die Sturmfluthen vom 12. Februar und vom 22 1894, sowie vom 5. und 8. Dezember 1895« (aus dem Hydrolog bericht von der Elbe für 1895) entnommen wurden und einer h Mitteilung des Hamburger Wasserbaudirektors Geheimrat Prof. die Zeit von 1896 an. Dabei ist von Nehls die Auswahl der der ersten Reihe so getroffen worden, daß außer der Flut vom 1 nur diejenigen Fluten aufgeführt wurden, die in Cuxhaven höhe die Flut vom 12. Februar 1894 (3.67 m über N. N.), während die an diejenigen Fluten berücksichtigt, bei denen das Hochwasse wenigstens 7 m über Hamburger Null (3,46 m über N. N.) erreicht Reihe berücksichtigt also niedrigere Hochwasser als die erste, Daten mit solchen schwächeren Sturmfluten durch Hinzufügung e zur Jahreszahl kenntlich gemacht, um äußerlich die Homogenit Reihen herzustellen.

2. Wertvolle ältere Angaben für den Nord—Süd verlauf Nordseeküste konnten einem Aufsatz von E. Möller, Husum: vom 12./13. März 1906« (in den »Mitteilungen des Nordfriesisch Heimatkunde und Heimatliebe«, Jahrgang 1905/06) entnommen fanden sich die Angaben für 1854/74 von Nordstrand, Pellworm 1880/85 von Husum, für 1894/06 von Husum, Dagebüll, Hoyers bogen auf Sylt und Föhr, sowie für den 13. März 1906 von Bü 15. Oktober 1881 von Pellworm. Die Wasserhöhen fanden sich Mittelhochwasser bezogen und sind, mit Ausnahme von Husum, m Kenntnis der Höhen der mittleren Hochwasser durch Hinzufügen N. N. umgerechnet worden. Die in solcher Weise erhaltenen Wa in der Tabelle dadurch kenntlich, daß sie nur mit einer Dezimalstell

3. Die Angaben für die Knock- und Nesserlandschleuse sowi haven sind von den zu Tabelle 3 angegebenen Behörden gewonne ersteren umfassen alle Hochwasser seit 1894 höher als 4.00 über N für Wilhelmshaven die stärkeren Hochwasser seit 1855.

4. Soweit Hochwasserstände in der Tabelle aufgeführt sin Reihe für Cuxhaven und Hamburg nicht vorkommen, sind die Ja betreffenden Daten in Klammern gestellt worden.

war die Ver-
ei den übrigen
it ein; auffällig
unde in Brake
rts. Jedenfalls
letzten Spalten
erkennen, wie
Um diese Ver-
en erkennen zu
is zuverlässiger
elle geschaffene
itiger als sonst
utstroms kenn-
rdruck der ge-
mehr getragen
le Komponente
einflussen ver-

Sturmfluten.

einigen Hoch-
terungen:
Cuxhaven und
d die Zeit von
fluthen in der
„ 23. Dezember
ischen Jahres-
ndschriftlichen
Bubendey für
17 Sturmfluten
. Februar 1894
anstiegen als
eihe von 1896
in Hamburg
; diese zweite
doch sind die
nes Sternchens
it der beiden

nden Teil der
Die Sturmflut
n Vereins für
werden. Dort
und Wyk, für
hleuse, Ellen-
um und den
lurchweg auf
ngels genauer
von 1,3 m auf
erstände sind
gegeben sind.
für Wilhelms-
worden. Die
N., diejenigen

l, die in der
reszahlen der

erstände über N. N.

haven	Brunsbüttelkoog	Hamburg	Büsum	Tönning	Husum	Dagebüll	Hoyerschleuse	Nordstrand	Pellworm	Wyk Föhr	List Sylt
64	.	5.20	.	5.00	.	.	.	.	5.08	4.9	.
21		4.93									
16	.	3.94	.	.	.	.	.	.	.	.	.
80	.	4.26	.	.	.	.	.	.	.	.	.
92	.	4.24	.	.	.	.	.	.	.	.	.
59	.	4.35	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	.	5.08	.	.	.	.	.	.	4.6	3.8	3.9
.	.	.	.	.	.	.	.	3.7	.	.	.
68	.	3.75	.	.	.	.	.	4.4	3.8	3.8	.
.	.	.	.	.	.	.	.	3.7	3.4	2.9	.
.	.	.	.	.	.	.	.	3.4	3.4	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	3.2	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	3.7	3.4	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	3.4	3.2	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	4.1	3.9	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	3.8	4.3	3.8	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.7	3.3	.
.	.	.	.	.	.	.	.	3.8	3.8	3.5	.
.	.	.	.	.	.	.	.	4.1	.	.	.
80	.	3.85	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	3.7	.	.	.
18	.	3.89	.	.	.	.	.	.	.	.	.
73	.	4.29	.	.	.	.	.	.	.	.	.
75	.	4.20	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	4.6	.	.	.
82	.	3.76	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	4.1	.	.	.
75	.	4.23	.	.	3.84	.	.	.	.	.	.
19	.	4.62	.	.	4.42	.	.	.	4.48	.	.
.	.	.	.	.	3.39	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	3.45	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	3.45	.	.	.	.	.	*)
79	.	3.78	.	.	3.43	.	.	.	.	.	El-
.	.	.	.	.	3.45	.	.	.	.	.	len-
.	.	.	.	.	3.40	.	.	.	.	.	bo-
.	.	.	.	.	3.37	.	.	.	.	.	gen,
3.67	.	4.06	.	.	4.34	.	.	.	.	4.7	Sylt
3.91	4.61	4.47	.	.	3.55	3.6	3.8	.	.	4.0	.
3.90		3.98									
3.39	.	3.69	.	.	?	3.8	4.1	.	.	3.9	.
3.94		4.12									
3.54	4.51	3.92	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3.35	.	3.66	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3.14	.	3.81	.	.	3.34	2.9	3.1	.	.	2.8	.
3.73	.	3.62	.	.	3.84	4.0	3.1	.	.	3.8	.
.	.	.	.	.	3.44	3.3	3.3	.	.	.	.
3.33	.	3.48	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3.59	.	3.50	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3.56	.	3.66	.	.	3.70	3.3	3.6	.	.	3.6	3.4*
.	.	.	.	.	3.84	3.4	3.5	.	.	.	3.4*
3.27	.	3.60	.	.	4.02	3.4	3.5	.	.	3.3	3.3*
3.31	.	3.58	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3.87	.	3.79	.	.	3.78	3.2	3.0	.	.	3.8	3.4*
2.98	.	3.47	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3.53	.	3.57	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	3.50	3.0	2.5	.	.	3.3	3.0*
3.50	.	3.61	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4.36	4.63	4.35	4.3	4.21	4.26	4.0	3.6	.	.	4.1	3.9*
3.12	.	3.65	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3.56	.	3.74	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2.92	.	3.47	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3.51	.	3.70									
3.38	.	3.60	.	4.51	.	.	.	.	.	4.4	.
3.49	.	3.78	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3.69	.	3.83	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2.88	.	3.56	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3.52	.	3.72	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4.32	4.40	4.56	4.36	4.05	4.27	2.98	2.44	.	3.8	3.6	1.92
4.10	4.23	4.45	4.40	4.67	5.01	4.08	4.00	.	4.7	4.5	3.91

5. Die Wasserstände beziehen sich auf N.N., nur diejenigen von Borkum und Brake auf M. H. (vgl. vorstehend unter 2).

Fassen wir die in den diesjährigen Sturmfluten erreichten Wasserstände zusammen, so zeigt die Tabelle 4 ihr Zurückbleiben gegen die Sturmflut von 1825 in Cuxhaven um 32, in Hamburg um 64, in Tönning um 33 und in Pellworm wie in Wyk um 40 cm, und hiermit in Übereinstimmung befindet sich bei Moeller die Angabe, daß in einem Ort zwischen Halebüll und Wobbenbüll der Wasserstand, umgerechnet auf N. N., 1825 5.2 m und am 15. Oktober 1881 4.6 m über N. N. erreicht hatte, da das Hochwasser in jener Gegend an diesem Tage etwas niedriger als im Februar des Jahres war. Sehen wir von dem für Hamburg abweichend großen Betrage ab, so stellt sich die Abweichung von Wyk bis Altona sehr gleichmäßig auf 32 bis 40 cm und läßt jedenfalls zum mindesten keine Abnahme nach Westen hin erwarten, so daß wir auch ein ähnliches Verhalten längs der Westküste bis Borkum mit einiger Sicherheit annehmen dürfen, zumal ganz allgemein nach den an der Küste herrschenden Erfahrungen und Überlieferungen seit jener Sturmflut von 1825 keine mehr von der damaligen Höhe eingetreten sein soll. Wir vermögen aber den Zeitraum, in dem diese Flut als die gewaltigste solcher Ereignisse hervorragt, noch nach rückwärts zu verlängern. In dem Buche von Lentz: »Flut und Ebbe und die Wirkungen des Windes auf den Meeresspiegel«, Hamburg 1879) findet sich (S. 132) hinsichtlich der Flut von 1825 die Angabe, daß sie $^1/_2$ m höher als die bis dahin als höchste bekannte Flut, nämlich die vom 22. März 1791, gewesen sei. Hiernach sind wir unter Berufung auf Lentz dazu berechtigt, die Sturmflut vom 4. Februar 1825 als die schwerste an unserer Nordseeküste seit dem 22. März 1791 anzusehen. Dies schließt aber nicht aus, daß sich unter ganz besonderen örtlichen Verhältnissen über kleineren Teilen des Gebietes im Westen und im Osten gleich hohe oder womöglich noch höhere Wasserstände eingestellt haben können. In dieser Beziehung ist anzuführen, daß Lentz eine Sturmflut vom 31. Januar 1877 erwähnt, die nicht nur in Antwerpen und der holländischen Provinz Groningen, sondern auch in Ostfriesland höhere Wasserstände als jene von 1825 herbeigeführt habe — zu einer Zeit also, wo die Pegelaufzeichnungen weder in Hamburg und Cuxhaven noch in Wilhelmshaven etwas Bemerkenswertes ergeben haben. Jedenfalls vermag diese Flut aber nur eine sehr geringe Ausdehnung gehabt zu haben, da sie bei Gelegenheit der Einsammlung von Nachrichten über die diesjährigen Fluten von keiner Seite erwähnt worden ist.

Wie die Sturmflut vom Januar d. Js. besonders westlich von der Elbe und diejenige vom Februar nördlich von der Elbe entwickelt waren, so wird das Auftreten der Sturmfluten wohl in der Regel in bezug auf die W—O und die S—N verlaufenden Küstenteile ungleichartig sein. Unsere Tabelle läßt für den nördlichen Teil der Küste eine Reihe von Fluten hervortreten, die dort offenbar stärker als bei Hamburg-Altona aufgetreten sind, und ebenso zeigt die Tabelle anderseits die Sturmflut vom 13. März 1906 westlich von der Elbe weit stärker als nördlich von der Elbe; westlich von der Elbe übertraf diese Flut die Januarflut bis zu $^1/_2$ m, in Cuxhaven bestand kein Unterschied, und nördlich von der Elbe blieb sie durchschnittlich um etwa den gleichen Betrag gegen die Februarflut, die hier ungefähr derjenigen des Januar entsprach, zurück. Man beachte ferner die an der Knock und in Nesserlandschleuse am 28. Januar 1901 festgestellten Wasserstände; diese übertrafen die diesjährigen Stände vom Januar um fast ebensoviel wie am 13. März 1906 und stellten somit sehr hohe Sturmfluten dar, ohne daß selbst Wilhelmshaven einen bemerkenswerten Wasserstand beobachtet hätte. Auffallend in demselben Sinne sind auch die Angaben für den 18. September 1914. Eine mittlere Stellung nimmt bis zu einem gewissen Grade Cuxhaven ein, indem die Fluthöhen nur in geringem Grade von derjenigen Verschiedenheit der Windverhältnisse betroffen zu werden scheinen, die den für die beiden Küstenteile bestehenden Gegensatz in der Stärke der Sturmfluten hervorruft.

Unsere Tabelle läßt für die Nordseeküste nördlich von der Elbe etwa 5 bis 5.2 m über N. N. als äußerste bisher erreichte Fluthöhe annehmen, während diese Höhe für den westlichen Teil mit Rücksicht auf die für 1901 und 1906 angegebenen Zahlen etwas höher zu veranschlagen sein wird, so daß die größten seit 1791 erreichten Fluthöhen an der Nordseeküste (stets einschl. der vorgelagerten

1 veranscl

Im Anschluß möge zum Vergleich noch die Frage behandelt werden, wie es sich mit der Höhe der **Sturmfluten in der Ostsee** verhält. Eine Antwort hierauf finden wir an der angegebenen Stelle bei Lentz wenigstens für die westliche Ostsee, wo die Sturmfluten durch schwere Nordoststürme hervorgerufen zu werden pflegen, die das Wasser im Südwesten der Ostsee zusammentreiben, entsprechend der Wirkung der West- und Nordwestwinde an unserer Nordseeküste. Eine Untersuchung des ganz ungewöhnlich schweren Hochwassers, das die Ostsee unter der Einwirkung eines lange anhaltenden schweren Sturmes am 13. November 1872 getroffen hatte, ergab als Höhe des Hochwassers über mittlerer Wasserhöhe für Swinemünde 1.41, Barhöft 2.92, den Fehmarnsund 2.89, Travemünde 3.32, Kiel 3.17, Lübeck 3.38 und für Aarösund 3.50 m. Da Lentz für die Sturmflut von 1825 als Höhe der Flut in Cuxhaven 3.50 m über mittlerem Hochwasser feststellte, schloß er, daß die äußerste Fluthöhe an der Nordsee wie an der Ostsee auf $3^1/_2$ m über dem gewöhnlichen Wasserstand zu veranschlagen sei, sowie des weiteren, daß die Flutwelle keinen Unterschied in der Wirkung des Windes bewirkt, wie auch die Entwicklung der Flutwelle durch den Wind nicht beeinträchtigt wird. Jene Feststellung für die westliche Ostsee gewinnt besonders an Wert, wenn man folgende, die Sturmflut von 1872 kennzeichnenden Angaben von Lentz hinzunimmt: »Seltener sind Sturmfluten von größerer Höhe (in der Ostsee), und nach einer großen Anzahl von Marken, die in Lübeck vorhanden sind und wahrscheinlich als maßgebend für den benachbarten Teil der Ostsee betrachtet werden dürfen, erreichten seit dem Jahre 1625 nur sechs Sturmfluten eine Höhe von mehr als 2 m über dem mittleren Wasserstande. Drei davon stiegen über drittehalb Meter und nur eine einzige über 3 m, nämlich die Sturmflut vom 13. November 1872, welche die bis dahin ungeahnte Höhe von 3.38 m erreichte. Bei dieser Sturmflut trafen Richtung, Dauer, Ausdehnung und Stärke des Windes in der nach menschlichen Begriffen denkbar ungünstigsten Weise zusammen.« Hiernach können wir für die westliche Ostsee gewiß $3^1/_2$ m über dem mittleren Wasserstand als äußerste Höhe der Sturmfluten ansehen; für die Nordseeküste müssen wir aber gegenüber Lentz nach dem obigen diese Höhe auf mindestens etwa 4 bis $4^1/_2$ m über mittlerem Hochwasser veranschlagen. Entsprechend dem Umstand, daß schwere und anhaltende Nordoststürme im Gegensatz zu solchen aus westlichen Richtungen selten vorkommen, sind Hochwasser über dem Westen der Ostsee im Vergleich mit der Nordsee naturgemäß selten; gegenüber jener Angabe über die Zahl der bei Lübeck beobachteten Sturmfluten kann angeführt werden, daß in Hamburg seit 1896 im ganzen 139 Sturmfluten eingetreten sind, die eine Höhe von 2,8 m über N. N. und mehr erreichten. Im Gegensatz zu der Nordsee sind Sturmfluten in der westlichen Ostsee eine seltene Erscheinung, und wenn auch an der Ostseeküste im Jahre 1872 eine Fluthöhe erreicht worden ist, die auf $^1/_2$ bis 1 m an die höchste Nordseeflut heranreichte, so sind derartige Wasserstände an der Ostsee doch nur auf beschränktem Gebiete aufgetreten und nehmen dort eine ungleich mehr vereinzelte Stellung nach Höhe und Vorkommen ein als an der Nordsee. Unsere Nordseeküste könnte ohne ihre Deiche nicht bestehen.

Gewiß ist die in der Sturmflut erreichte Wasserhöhe von der Höhe der durch Sonne und Mond erzeugten Flutwelle abhängig; dieser Einfluß ist aber so verschwindend klein gegenüber der Einwirkung des Sturmes, daß dessen Richtung und Stärke wesentlich allein maßgebend sind. Da bisher auf Grundlage der Beobachtungen der Beweis noch nicht geführt werden konnte, daß das Auftreten der Stürme nach Häufigkeit, Richtung oder Stärke an den Mondlauf gebunden sei, und demnach ein solcher Zusammenhang nur ein lockerer sein kann, so haben wir auch nicht zu erwarten, daß das Auftreten von Sturmfluten eine Verkettung mit der Stellung des Mondes zu erkennen geben werde. Die Statistik der Sturmfluten hat auch dementsprechend für diese noch vielfach vertretene Annahme keine Bestätigung geliefert, soweit einschlägige Untersuchungen sich wissenschaftlicher Methoden bedient und nicht damit begnügt haben, diejenigen Fälle (Sturmfluten und Stürme) herauszuheben, die der zu erweisenden Behauptung günstig waren, und die übrigen Fälle unberücksichtigt zu lassen.

Neue Beobachtungen über die Ausbreitung starker Schallwellen in der Atmosphäre.

Mitgeteilt von Privatdozent Dr. P. Ludewig, Freiberg i. S.

I. Einleitung.

Bei der Ausbreitung des Schalles in der Atmosphäre treten eigentümliche Unregelmäßigkeiten auf. Zuerst ist man bei großen Explosionskatastrophen darauf aufmerksam geworden, daß das Gesamtgebiet der Hörbarkeit in eine Anzahl von Zonen zu zerlegen ist: Um die Schallquelle liegt zunächst ein Gebiet normaler Hörbarkeit bis zu einer Entfernung von rund 80 km, dann folgt eine Zone des Schweigens, in welcher nichts gehört wird, und darauf ein ausgedehntes Gebiet, in welchem der Schall wieder deutlich und stark zu vernehmen ist Diese äußere anormale Hörbarkeitszone erstreckt sich von etwa 150 bis 230 km. Alle diese Zahlen sind aber nur runde Werte, die sich bei den verschiedenen. Beobachtungen sowohl nach oben wie nach unten hin in gewissen Grenzen verschoben haben. Auch ist bis jetzt noch nicht festgestellt worden, ob diese Zonen sich vollkommen kreisförmig um die Schallquelle herumlegen; vielmehr scheint bei manchen Beobachtungen eine einseitige Entwicklung vorhanden gewesen zu sein.

Die Erklärung dieser Erscheinung ist für die meteorologische Forschung von großer Wichtigkeit. v. d. Borne u. a. nehmen an, daß an der Wasserstoffschicht, die in 70 km Höhe beginnt, eine Reflektion der Schallwellen eintritt und daß die durch Totalreflektion gebeugten Schallstrahlen in die äußere anormale Zone gelangen, während die Zone normaler Reichweite die Schallstrahlen auf direktem Wege empfängt. Daß zwischen beiden eine Zone des Schweigens vorhanden ist, würde sich aus der Erscheinung der Totalreflektion, die erst bei einem bestimmten Einfallswinkel möglich ist, erklären.

Nach W. Schmidt u. a. sind dagegen die Windverhältnisse in verschiedenen Höhen maßgebend. Schmidt sagt: »Die Tatsachen sprechen für eine stark wechselnde Ursache, und eine solche liegt in den Windverhältnissen. Nimmt der Wind mit der Höhe zu — der an der Erdoberfläche gewöhnlich erfüllte Fall —, so werden die Schallstrahlen hinter der Quelle, im Lee von dieser, nach abwärts gebogen, in Luv nach aufwärts; dort folgt eine erhöhte, hier eine bedeutend erniedrigte Hörbarkeit. Das letztere muß zuweilen zu vollständiger Ausschaltung führen, wofür neben der erwähnten allgemeinen Verteilung die eine Beobachtung ein außerordentlich schönes Beispiel liefert, daß vom Wiener Schneeberg aus, 31 km nach Südsüdwest, die Explosion[1]) zwar gesehen, aber trotz der ziemlich geringen Entfernung nicht gehört wurde.«

Neuerdings hat Nölke[2]) versucht, die Zonenverteilung durch Reflektion an Inversionsschichten zu erklären. Diese Theorie ist insofern beachtenswert, als sie eine Erscheinung berücksichtigt, auf welche man erst im Laufe des jetzigen Krieges aufmerksam geworden ist: Die Hörbarkeit in der äußeren anormalen Zone hängt von der Jahreszeit in dem Sinne ab, daß nur im Winter etwas zu hören ist.

Diese Beobachtung wurde mir zuerst in zwei Briefen mitgeteilt, die mir unaufgefordert zugingen, nachdem ich in der Kölner Zeitung vom 14. November 1915 einen Aufsatz über die Hörbarkeit des Kanonendonners veröffentlicht hatte[3]).

Da mir die Sicherstellung der Abhängigkeit der Hörbarkeit von der Jahreszeit von großem Wert schien, habe ich in einem Aufsatz »Kanonendonner und Jahreszeit« am 2. Februar 1916 in der Kölnischen Zeitung die Bitte ausgesprochen, mir ähnliche Beobachtungen mitzuteilen. Ich habe daraufhin eine große Anzahl von Zuschriften erhalten, deren Inhalt ich im folgenden mitteile, damit sie von den Fachgenossen bei der weiteren wissenschaftlichen Bearbeitung

[1]) Es handelt sich um eine Explosion in Wiener Neustadt.

[2]) Fr. Nölke, Phys. Ztschr. Bd. 17, S. 31, 1916.

[3]) Die beiden Briefe sind veröffentlicht in der Meteorologischen Zeitschrift 1916 S. 35 Nr. 3 und S. 37 Nr. 10.

des Problems verwertet werden können. Ich habe die Mitteilungen in zwei Gruppen eingeteilt. Die erste enthält Mitteilungen über den Einfluß der Jahreszeit und die zweite mir wichtig erscheinende Auszüge aus kürzeren Zuschriften.

II. Einfluß der Jahreszeit.

1. Herr C. G. schreibt: »Schon seit Kriegsbeginn hörten wir an der Mittelmosel fast täglich mehr oder weniger stark den Kanonendonner. Auch die Kämpfe von Antwerpen konnten auf den Hängen des Hunsrücks deutlich gehört und verfolgt werden. Auffallend war, daß seit Ende April, Anfang Mai 1915 bis Ende September, Anfang Oktober nichts mehr zu hören war.«

2. Frau E. S.-K., Dortmund, schreibt am 10. III. 1916 folgendes: »Ich verlebte den Sommer 1915 von Ende Mai bis Ende September in Peterstal im Renchtale (badischer Schwarzwald). Der kleine Badeort liegt etwa 400 m hoch, ist rings von Bergen bis zu 800 bis 900 m Höhe eingeschlossen. Nur nach NW öffnet sich das Flußtal nach der Rheinebene zu. Mai, Juni und der Anfang des Juli waren außergewöhnlich warm und trocken. Ich habe in dieser Zeit niemals Kanonendonner gehört, trotzdem ich den ganzen Tag im Freien war. Zum ersten Male vernahm ich ihn etwa Mitte Juli. Es klang wie dumpfes Dröhnen. Meine Erinnerungen daran sind sehr klar und bestimmt. Wenige Tage darauf hörte ich den Schall sehr laut auf der Paßhöhe des Kniebis in etwa 970 m Höhe. Die einzelnen Schüsse waren sehr deutlich zu unterscheiden. Von da an nahm die Hörbarkeit des Kanonendonners ständig zu, bis er im September fast täglich zu hören war. Der dem Renchtale zunächst liegende Abschnitt unserer Front umfaßt die Vogesen etwa zwischen Masmünster und Markirch. Wie mir ein befreundeter Offizier mitteilte, ist das Geschützfeuer in dieser Gegend immer ziemlich lebhaft gewesen, auch im Mai und Juni.«

3. Frau M.T., Prüm a.d.Eifel, schreibt unterm 1. II. 1916: »1914 hörte ich bei der Kartoffelernte auch Kanonendonner, aber längst nicht solch aufregendes Gebrumme wie 1915. . . . im Laufe des Krieges hatte ich mehr als genug Gelegenheit zu beobachten, daß in der Zeit, da kein Laub mehr an den Bäumen ist, man viel besser den Kanonendonner vernimmt als in der Zeit, wenn die Bäume ihren Blätterschmuck tragen. Während des Hochsommers war es demnach angenehmer, im Freien zu verweilen, weil man fast nie Kanonendonner mit solch erschreckender Deutlichkeit hörte wie im Herbst und Winter.«

4. Herr P. G., Antwerpen, berichtet am 4. II. 1916: »Der Geschützdonner verminderte sich, sobald der Frühling kam und die Bäume ihren Laubschmuck anlegten. Im Sommer hörte man sozusagen gar nichts mehr, trotzdem viele Kanonaden stattgefunden haben. Sobald die Bäume wieder kahl wurden, hörte man das Grollen der Geschütze von neuem. Diese Tatsachen sind positiv. Hier, wo das Volk dem Kanonendonner ein besonderes Ohr leiht, gab gerade im vergangenen Winter 1914/15 der mehr oder weniger stark vernehmbare Geschützdonner oft zu allerhand Annahmen und Hoffnungen Anlaß.«

5. Eine Zuschrift eines Herrn aus Cöln a. Rh., der nicht genannt sein will, enthält folgendes: »Ich besitze eine Jagd auf dem Hunsrück. Die Kriegszeit läßt mich nur selten dorthin kommen, aber meine Wahrnehmungen werden durch den ständig im Jagdgebiet wohnenden Jäger bestätigt. Sie bestätigen die Tatsache, daß der Kanonendonner von der rund 200 km entfernten Westfront im Winter fast täglich, im Sommer fast gar nicht wahrnehmbar ist. So war es im vergangenen Jahr, so ist es auch jetzt. Mein Jäger sprach die Vermutung aus, daß diese Erscheinung mit der Belaubung bzw. Entlaubung des Waldes zusammenhänge. Ich weiß nicht, ob diese Theorie eines Naturkindes haltbar ist, möchte aber auch meinerseits bestätigen, daß der Kanonendonner im letzten Jahre wieder zur Zeit der Hirschbrunft (Oktober) hörbar wurde, gerade als der Laubfall begann.«

6. Herr A. S., Aachen, schreibt am 2. II. 1916: »1914 brachte uns der Herbst, der Winter und der Vorfrühling den Geschützdonner. Auch im Jahre 1915/16 war es so. Interessant ist die Beobachtung des allmählichen Er-

sterbens dieses fernen, dumpfen Grollens im erwachenden Frühjahr bis zum völligen Erlöschen während des Sommers.«

7. Frau Oberlehrer A., Mayen i. Rh., schreibt: »Die große Maioffensive haben wir nur noch schwach verfolgen können, lange nicht mehr so intensiv wie die anderen Schlachten. Von da an herrschte Ruhe bis Mitte September. Die Champagneschlacht und die anschließenden Kämpfe waren wieder sehr vernehmbar.«

8. Herr Assistent E., Zell (Mosel), schreibt am 3. II. 1916: »Bei Beginn des Krieges, als die großen Schlachten bei Metz geschlagen wurden, war Geschützdonner nicht vernehmbar, trotzdem es damals die nächste Entfernung war. Die Festung Longwy liegt nämlich ungefähr 110 km Luftlinie von hier. Gegen den Herbst, als das Laub begann abzusterben, wurde der Schall mit jedem Tag stärker hörbar und erreichte seinen Höhepunkt bei gänzlicher Entlaubung des Waldes. Den ganzen Winter 1914/15 war der Kanonendonner stark hörbar bei einer Entfernung der nächsten Front (Lagarde—Pont à Mousson—Verdun) von ungefähr 140 km Luftlinie. Während des Angriffs der Franzosen zwischen Maas und Mosel in der Woche vor und nach Ostern war ein dauerndes Hämmern, ein sogenanntes Trommelfeuer vernehmbar, derartig stark, daß es bei geschlossenen Fenstern zu hören war. Nachdem hörte man nichts mehr bis zu dem großen Angriff der Franzosen im Herbst 1915. Seitdem ist der Schall des Donners den einen Tag mehr, den anderen weniger stark hörbar.«

9. Herr L. G., Kreuznach, schreibt am 10. II. 1916: »Sehr lebhafter Kanonendonner ist jetzt wieder auf unseren Bergen zu vernehmen. Im Sommer hört man ihn in unserer Gegend nicht«. Der Schreiber des Briefes gibt dazu noch weiter an, »daß der Donner im Mai an Stellen, wo er sonst gut zu hören war, nicht wahrnehmbar gewesen sei. Nur an ganz wenigen Stellen des Waldes sei noch schwaches Grollen vernehmbar gewesen. Im Juni war auch an diesen Stellen nichts mehr zu hören«.

10. Herr M. A., Prüm a. d. Eifel, berichtet am 9. II. 1916: »Vor allem ist der Donner mit Ausnahme weniger Schüsse nur sehr deutlich hörbar in der Zeit vom September bis Mai. Wenn der Aufwuchs der Wiesen, der Roggen- und Weizenfelder, der Kartoffeläcker beginnt, wenn die Bäume sich belaubt haben, dann läßt der Donner an Stärke nach, bis er zuletzt überhaupt kaum noch vom geübten Ohre vernehmbar ist. Mit dem Abernten der Felder beginnt auch wieder die Zeit, wo fortschreitend mit der Ernte immer mehr und mehr wieder der Donner zu hören ist, bis er seinen Höhegrad erreicht hat, wenn die Felder leer sind und die Bäume ihre Blätter fallen gelassen haben. Letzteres ist aber bedeutend unwesentlich, was daraus zu ersehen ist, daß wir die Offensive im September 1915 sehr genau gehört haben, trotzdem die Bäume noch alle belaubt waren.«

11. Herr Stabsarzt Dr. H. bei einem Landsturm-Bataillon in Belgien teilt auf Grund seiner Tagebuchaufzeichnungen mit, »daß er in der Zeit vom 19. VIII. 1915 bis 7. IX. 1915 keinen Kanonendonner gehört habe. Die ersten Septembertage sind schon kalt gewesen. Am 7. IX. 1915 ist der Donner das erste Mal hörbar und von da ab fast täglich den ganzen Winter hindurch«.

12. Herr Dr. A. Ph., Bonn, schreibt am 8. II. 1916: »Bei einer Exkursion in die Eifel, und zwar in das Gebiet der oberen Ahr bei Aremberg und Ahrdorf, hörte ich am 26. September 1915, zur Zeit der französischen Offensive in der Champagne, fast ununterbrochen rollendes Geschützfeuer mit einzelnen heftigen Schlägen. Die Leute in Ahrdorf, das im Tale liegt, sagten aus, daß sie den ganzen Winter den Kanonendonner gehört hätten, aber nicht im Sommer.«

13. Herr Dr. K. P., M.-Gladbach, berichtet am 6. II. 1916 folgendes: »Ich habe den Kanonendonner zuerst vernommen im November 1914 (in meiner Jagd in der hiesigen Gegend). Im Mai bis Juni bin ich wiederholt draußen gewesen und habe manche Stunde auf dem Hochsitze zugebracht, ich habe aber kein einziges Mal Schüsse gehört. Wohl aber wieder nach Eröffnung der Hühnerjagd, etwa Ende August und in den folgenden Monaten. An einem Sonntage im September hörten wir das Schießen besonders deutlich; wir unterschieden starke

und schwächere Schläge, das Feuer war auffallend lebhaft. Am anderen Tage meldete der Kriegsbericht einen Angriff der englischen Flotte auf Middelkerke.«

14. Herr H. Sch., Kreuznach, schreibt am 6. II. 1916: »Hörbar wurde der Kanonendonner zuerst im September 1914 und blieb es bis in den Mai hinein. In den Sommermonaten war nichts zu hören bis September 1915. Ob der Kanonendonner aus der uns hier zunächst gelegenen Gegend des Priesterwaldes oder aus der Champagne herrührt, läßt sich nicht genau sagen.«

15. Herr V. B., St. Goarshausen, schreibt: »Ob und inwiefern die Jahreszeit Einfluß auf die Hörbarkeit des Kanonendonners hat, habe ich nicht direkt beobachtet, meine aber, ihn im Frühjahr und Herbst öfterer gehört zu haben als im Sommer und Winter.«

16. Herr Dr. G. R., Taunus-Observatorium, berichtet am 14. II. 1916: »Von Verwandten aus der Gegend von Weißenburg i. Els. weiß ich, daß es dort schon als ausgemachte Tatsache gilt, daß man in den Sommermonaten (solange der Wald belaubt ist) nichts von dem Kanonendonner von der Front hört, der dort in den übrigen Jahreszeiten fast regelmäßig vernehmbar sein soll, wie übrigens auch weiter in der Pfalz.

17. Herr Unteroffizier M. eines Landsturm-Bataillons schreibt u. a. aus Belgien: »Wir haben stets den Kanonendonner vom September bis Anfang Mai so heftig gehört, daß mitunter die Fenster zitterten; die andere Zeit über haben wir fast nichts gehört.«

18. Frau T. Sch. schreibt am 17. II. 1916: »Mein Bruder, der am Bodensee lebt, sagte mir, als ich ihn über seine Erfahrungen betreffs Kanonendonner fragte, daß, als er im April vom Felde nach Hause zurückkam, der Kanonendonner oft deutlich zu hören war, daß es dann stiller wurde und erst im August der Donner wieder vernehmlich wurde. Von da an hörte er ihn, bis er vor einer Woche abreiste, oft und sehr deutlich.«

19. Herr L. A., Simmern, schreibt am 4. II. 1916: »Ich teile Ihnen mit, daß ich sowie alle Bürger hiesiger Gegend den Schall des Kanonendonners vom Oktober 14 bis April 15 und jetzt vom Oktober 15 ab ganz deutlich gehört haben, auch heute wieder; teilweise mit stärkeren Schlägen, wie von schweren Geschützen. Im September und Ende April/Anfang Mai konnte man nur mit Mühe ganz schwachen Kanonendonner vernehmen. Vom Mai bis September hörte man gar nichts. — An einzelnen Tagen hörte man ganz deutlich Trommelfeuer. Der Schall scheint aus Lothringen—Verdun—Champagne zu kommen.«

20. Herr E. A. M., Bonn, berichtet am 3. II. 1916 folgendes: »Im Frühjahr 1915 habe ich hier (Mehlem und Godesberg) westlich und südwestlich häufig den Geschützdonner deutlich gehört. — Im Sommer (Mai—Juni) war ich viel in den Wäldern an der Nahe und in der Pfalz, habe aber nur selten und nicht sehr deutlich Kanonendonner vernommen.«

21. Herr Amtsrichter Dr. R., Kirchberg i. Hunsrück, schreibt: »Da ich als Weidmann fast täglich und zu jeder Zeit ins Revier komme, habe ich reichlich Gelegenheit gehabt, Beobachtungen betreffend den Kanonendonner zu machen. — In den letzten Tagen hörte man hier aus der Gegend der oberen Maas und Mosel außerordentlich starken Kanonendonner, wie ich ihn bisher kaum gehört habe. — Den Unterschied in der Hörbarkeit des Schießens während des Sommers und Winters habe ich bisher auf die Belaubung der Bäume zurückführen zu müssen geglaubt.«

22. Herr Unteroffizier C. P., Köln, schreibt am 2. II. 1916: »Wie ich von Bekannten vernahm, die seit Anfang 1915 dem Landsturm-Bataillon in Elsenborn angehören, soll der Kanonendonner auch im Frühjahr, selten jedoch im Sommer zu hören gewesen sein.«

23. Herr E. P., Kirn, schreibt im Februar 1916: »Ich erwähnte, daß das Schießen Ende November 1914 nachgelassen hätte, kurze Zeit darauf hat es jedoch wieder mit alter Heftigkeit eingesetzt, und zwar dauerte es bis zum Frühjahr, um sich im Sommer ganz zu verlieren. Bei Beginn des Herbstes fing es wieder an, so daß auch hier vielfach die eintretende Entlaubung als Ursache angenommen wurde.«

24. Herr Dr. E. E., Merzig a. d. Saar, schreibt am 24. II. 1916: »Nach meiner Ansicht scheint tatsächlich der Geschützdonner im Winter besser hörbar zu sein als im Sommer, wenigstens hat man hier im Winter den Kanonendonner häufiger und deutlicher gehört.«

25. Herr Dr. K. M., z. Zt. Lüttich, schreibt: »Wie weit nun die Jahreszeit auf die Hörbarkeit des Kanonendonners einwirkt, dieser Frage gegenüber bin ich der Ansicht, daß eben im Sommer die bewaldeten Höhen den Schallwellen starke Hemmnisse entgegensetzen.«

III. Kleine Mitteilungen.

26. Frau E. Sch., Dortmund, berichtet über Beobachtungen, die sie im Sommer und Herbst 1915 in Peterstal im badischen Schwarzwald machte. Unter anderem schreibt sie: »Am deutlichsten hörte ich den Kanonendonner merkwürdigerweise immer in einer stillen Talmulde, die rings von hohen Berghalden umgeben war, und etwa 75 m hoch über dem Renchtale lag. Jeder Schall war von einer deutlich spürbaren Lufterschütterung begleitet, die an sich schon genügt hätte, um genau die Richtung zu bestimmen, aus der der Schall kam. Dicht über dem Erdboden war der Schall stärker vernehmbar, was ich oft konstatieren konnte, wenn ich auf meinem niedrigen Liegestuhl oder auf dem Erdboden lag.«

27. Herr V. R. schreibt aus dem Lager Elsenborn am 9. II. 1916: »Ob die Jahreszeit auf die Hörbarkeit des Kanonendonners Einfluß hat, ist um so mehr zu bezweifeln, da die Wahrnehmung gemacht wurde, daß hier der Geschützdonner sowohl im Sommer als auch im Winter und sogar bis in die letzte Zeit hinein zu hören war.«

28. Herr Kaufmann B. G., Bocholt i. Westf., schreibt am 6. II. 1916: »Hin und wieder hörten wir dann im Winter 1914 manchmal, anscheinend von der See her, dumpfe Detonationen; einen bestimmten Zusammenhang mit den Vorgängen an der Front haben wir aber nicht feststellen können. Ich will auch noch bemerken, daß unsere Warnehmungen fast ausschließlich in größeren, zusammenhängenden Kiefernwaldungen gemacht worden sind.«

29. Herr Vizefeldwebel W. in einem Infanterie-Regiment schreibt aus dem Felde: »Zeitweise lagen wir in der Champagne, einer kahlen, öden Gegend, in Ruhestellung. Diese war etwa 6 km von der vorderen Stellung entfernt. Die vordere Stellung war auf einer kleinen Anhöhe. Von dort zurück war nach der Ruhestellung zu etwa 20 Minuten etwas fallendes Gelände, dann ging es wieder ziemlich steil bergan bis zur ungefähren Höhe der Stellung, dann wieder etwas bergab, wieder bergan, bergab, wo unsere Ruhestellung an einem Abhange lag. Das Gelände bestand also aus kleinen Hügeln. Es ist nun oft vorgekommen, daß bei starkem Artilleriefeuer auf unsere Gräben, selbst bei heftigen Angriffen, denen fast regelmäßig ein mächtiges Artilleriefeuer vorausgeht, in der Ruhestellung absolut kein Schuß zu hören war; auch bei Angriffen unsererseits, wo viele vor uns stehende Batterien eingesetzt wurden, haben wir die Anhöhe erstiegen, um das Schauspiel wahrnehmen zu können, da im Lager kaum etwas zu merken war.

Seit einiger Zeit waren wir an einer anderen Stelle. Dort war unsere Stellung in einem Tale. Zwischen Stellung und Ruheort liegt ein langgezogener Bergkegel von rund 6 km. Dieser ist zu Anfang und zu Ende ziemlich dicht bewaldet (Tannenwald); auf der Höhe selbst ist freies Feld. Vor einigen Sonntagen bekam ein Kompagnieabschnitt von uns Artilleriefeuer; es wurden über 200 Granaten gezählt. Von der ganzen Schießerei ist im Ruheort rein gar nichts gehört worden; dabei war es schönes klares Wetter.«

30. Herr Eichmeister R. R., Bonn, schreibt am 4. II. 1916: »An den letzten Tagen des Septembers 1914 fischte ich in Begleitung eines Forstschülers aus Münstereifel im Eschweilerbach (277 m über N. N.), der von größeren Höhen eingesäumt durch das Eschweilertal fließt. Bemerkenswert war, daß man in Münstereifel (261 m) fast nichts vom Kanonendonner bemerkte, desgleichen nie

auf dem Wege nach Nöthen, der über eine Höhe (392) führt. In Nöthen—Gilsdorf (314) fing es an; deutlich vernehmbar war die lebhafte Kanonade (Talrichtung fast SW—NO). — Eine sehr merkwürdige, sich auf mehrere Tage erstreckende Beobachtung: Wir fischten mit dem sog. Hamen (Streichnetz) auf Forellen. Jedesmal hörte derjenige, der im Bache stand, nichts oder sehr wenig von den harten Schlägen; der am Ufer befindliche vernahm sie klar und scharf; dabei befanden wir uns beide in dem den Bach einfassenden alten Erlenbestande. Wir hatten beide den Eindruck, als wenn bei der im Tale herrschenden, fast absoluten Windstille die Schläge vom Boden fortgeleitet würden.«

31. Herr Dr. R., Kirchberg, schreibt am 13. II. 1916: »In den letzten Tagen hört man hier oben (Hunsrück) aus der Gegend der oberen Maas und Mosel außerordentlichen Kanonendonner, wie ich ihn bisher kaum gehört habe; nur im Oktober 1914 wurden ähnliche Schläge vernommen. Bei geschlossenen Türen und Fenstern kann man das Trommelfeuer deutlich hören und genau die einzelnen schweren und leichten Kaliber unterscheiden.«

32. Herr Ch. M. schreibt aus Walheim, Bez. Aachen, am 9. II. 1916 folgendes: »Ich habe auch während des Sommers zeitweise lebhaften Kanonendonner beobachten können. Auffällig ist mir, daß hier der Donner bei schwachem Gegenwind am deutlichsten vernehmbar ist.«

33. Herr E. H., Münstereifel, schreibt am 5. II. 1916: »Ich wohne zwischen Münstereifel und Iversheim im Erfttale am westlichen Abhang, etwa 20 m über der Talsohle. Wir haben den Kanonendonner auch den ganzen Sommer hindurch je nach dem Winde stärker oder schwächer gehört; öfters aber hörten wir ihn auf der Höhe, wenn er in der Nähe der Häuser, d. h. im Tale, nicht zu hören war. Der Geschützdonner von Lüttich her war so laut, daß wir zunächst glaubten, er rühre von den Schießplätzen bei Elsenborn her.«

34. Herr Leutnant B., schreibt aus Aachen am 3. II. 1916: »Ich war im September 1915 in Aachen in Lazarettbehandlung und hatte Gelegenheit, recht häufig den Aachener Wald aufzusuchen. Man hörte den Schall speziell deutlich an den höhergelegenen Punkten.«

35. Herr Hüttendirektor R. K., Dillingen, machte folgende Beobachtungen: »Wir liegen hier schätzungsweise 75 km hinter der Front und hören den Kanonendonner täglich. Einen Unterschied zwischen Sommer und Winter haben wir nicht bemerkt. Am deutlichsten vernimmt man ihn in der Mitte des Hauses, wo die Übertragung durch die Luft am meisten gehemmt ist. Draußen kann ich den Donner nicht hören, während ich drinnen die einzelnen Schläge deutlich unterscheide. Auch wenn ich in der Badewanne sitze und mit dem Ohr nahe der Wandung bin, kann ich jeden Schuß deutlich vernehmen.«

36. Herr H. W., Köln, macht am 2. II. 1916 folgende Mitteilung: »Weihnachten 1914 weilte ich in meinem Heimatsdorfe, gelegen in der Nähe von Wassenberg, Kreis Heinsberg; dort hörte man am 2. Weihnachtstage, nachdem es in der Nacht vorher ziemlich stark gefroren hatte, den Kanonendonner von Flandern (über 200 km) so gut, als wenn er aus 20 km Entfernung gekommen wäre. Schwacher Wind wehte aus Südwest, also nicht aus der Richtung von Flandern. Am nächsten Morgen, wo Tauwetter eingetreten war, war der Kanonendonner nur sehr schwach vernehmbar.

37. Herr A. Z., Köln, schreibt am 2. II. 1916: »Ich habe ein Haus in Lutzerath a. d. Eifel und halte mich dort im September und Oktober auf. Jeden Tag hörten wir da den Kanonendonner und können deutlich schweres und leichtes Geschütz unterscheiden. Merkwürdig ist, daß man in nichtbewaldeten tiefen Tälern den Kanonendonner am deutlichsten hört. Auf meinen Spaziergängen konnte ich oft sechs Schuß oder vier, wie eine Batterie bei langsamem Feuern sie abgibt, ganz deutlich hören und zählen. (Bin selbst Artillerist.)«

38. Frau F. M. schreibt aus Rösrath am 21. III. 1916: »In den letzten Wochen habe ich das Schießen immer bei Ost- und Nordwind gehört. Der Wind kam also aus ganz anderer Richtung wie der Schall. Unser Haus liegt im Tal der Sülz, das durch einen niedrigen Höhenzug vom Rheintal getrennt ist. Manchmal konnte man die Schüsse, die deutlich als einzelne Schläge

zu unterscheiden waren, am offenen Fenster hören. Meist hörte ich sie aber nur, wenn ich mich etwas weiter nach dem Rheintale zu und etwas höher befand, merkwürdigerweise manchmal besser diesseits der Höhe.«

39. Herr C. D., Köln-Ehrenfeld, schreibt am 3. II. 1916: »Im September 1914 war ich als Marketender in Belgien, und zwar hauptsächlich in Loyes bei Namur (etwa 4 bis 5 km von Namur). Bei der Beschießung von Antwerpen hörten wir Tag und Nacht das Schießen, ebenfalls kam vorher aus der Richtung Südwest sehr deutlich Kanonendonner. Wir mutmaßten, daß dieser aus der Richtung von Arras oder von Ypern herkam. Es war dies am 1., 2. und 3. Oktober, vor der Beschießung von Antwerpen. Da ich etwas schwerhörig bin, wurde ich von meinen Mitreisenden und auch von dem Posten eines in Loyes befindlichen Armierungsbataillons auf das Schießen aufmerksam gemacht, jedoch hörte ich deutlich das Gesurr und Geräusch. Beim Niederlegen auf den Erdboden hörte man das Surren und Geräusch, als wenn man das Ohr auf eine Eisenbahnschiene legt und das Herrannahen eines Zuges hörte.«

40. Herr Prof. E. K. schreibt am 18. II. 1916 aus Darmstadt: »Daß man in dichten Fichtenkulturen den Kanonendonner deutlicher hört, möchte ich nicht auf Übermittlung durch den Erdboden zurückführen, sondern darauf, daß dort die Luft, die das Ohr umgibt und im äußeren Gehörgang sitzt, vollkommen in Ruhe ist. Am 13. II. hatte ich den ganzen Tag das Gefühl, daß heftig geschossen würde, konnte aber wegen des starken Windes nichts Bestimmtes festlegen. Endlich kam ich auf den Gedanken, eine windgeschützte Stelle aufzusuchen. Ich betrat einen jungen Nadelholzschlag, 14/16 jährig, und sofort waren die einzelnen Schläge deutlich vernehmbar. Etwa 10 Schritt davon im Hochwald keine Spur von scharfer Ausprägung. Zur Probe habe ich gleich darauf eine andere solche Stelle aufgesucht und auch dort den gleichen Erfolg erzielt.«

41. Herr Telegrapheninspektor W. H. berichtet am 2. II. 1916 aus Köln: »Am 26. September 1914 machte ich mit einem Freunde eine Wanderung von Neuenahr aus in die Ahrberge. Auf etwa 300 m Höhe vernahmen wir ein schwaches Trommeln, aber erst, als die Sonne durch leichten Nebel gedrungen war. Da wir uns die Erscheinung nicht erklären konnten und auf anderen Wanderungen derartiges nicht gehört hatten (bei gleicher Höhe und Entfernung), erkundigten wir uns bei Ortsangesessenen. Diese bestätigten uns die Annahme, daß es Kanonendonner sei, den sie allerdings zum letzten Male von Antwerpen her gehört hatten. Das Geräusch wurde deutlich vernehmbar, als wir höher stiegen. Am deutlichsten hörten wir es auf dem Steinerberg (501 m hoch) oberhalb Kesseling und Brück. Des Abends hörten wir nichts mehr, nachdem wir allmählich ins Tal gelangt waren. Auch am nächsten Tage konnten wir keine Geräusche von der Front her feststellen, obwohl wir bis 750 m hoch stiegen. Den Grund sahen wir in dem starken Nebel und Regen, der an diesem Tage herrschte. Die Entfernung von den Ahrbergen (Steinerberg—Hohe Acht) bis zur Champagnefront schätze ich nach Zirkelmessung auf 230 km.«

42. Frau Steuerinspektor B., Manderscheid, schreibt am 3. II. 1916 u. a. folgendes: »Ob Sommer, ob Winter, wir hören den Kanonendonner mit Unterbrechungen von Stille. Bei Arbeiten auf dem Felde hört man ihn am besten.

Ein Hausbesitzer von hier hat an seinem Hause eine vorgebaute Haustreppe nur nach Südwesten offen, mit einem Hohlraume darunter. Der Herr hat mir zu wiederholten Malen gesagt, wenn ich den Kanonendonner richtig hören wolle, solle ich zu ihm auf die Treppe kommen, da sei jeder Schlag wie ein Klopfen von unten zu spüren.«

43. Herr Landbriefträger J. K., Rheydt, beobachtete folgendes: »Bei klarem Wetter mit Ost- und Nordwind ist das Rollen ebenso wahrnehmbar wie bei westlichen Winden. Nur darf einem der Wind nicht direkt in die Ohren säuseln, denn dieses Zischen ist dann stärker als das dumpfe Rollen. In Gräben und hinter Mauern sowie im dichten, hohen Wald vernahm ich den Donner am deutlichsten. In den Tagen, als Maubeuge und Antwerpen beschossen wurden, konnte ich, wenn ich mich auf die Erde legte, sogar leichtere Schüsse von schwereren unterscheiden. In den letzten Tagen, wo bei Arras—Neuville ge-

kämpft wird, höre ich den ganzen Tag wieder Artillerietätigkeit. Als vergangene Woche der Templeturm in Flandern umgelegt wurde, war der Donner in den Zimmern einsam gelegener Häuser bei etwas Aufmerksamkeit vernehmbar. Nach meinen Messungen und Berechnungen beträgt die Entfernung bis zur mutmaßlichen Front von Arras etwa 240 km Luftlinie.

Zum Schluß möchte ich noch bemerken, daß ich bei nebeligem und trübem Wetter nichts höre. Nur bei sichtigem Wetter, bei Aufmerksamkeit und im Gelände wo es ruhig ist, kann der Kanonendonner gehört werden.«

Kalender-Reform.

Der als Anreger für die Sommerzeit bekannt gewordene Herr Herm. Reese in Hameln hat kürzlich ein mit zahlreichen gewichtigen Unterschriften versehenes Flugblatt an viele Behörden und Zeitungen versandt, in dem er für eine gründliche und praktische Reform unserer unzweifelhaft höchst unvollkommenen Zeiteinteilung eintritt.

Da es natürlich sehr viele verschiedene Möglichkeiten gibt, die Tage zu zählen und das Jahr zu teilen, so wird es, um Einwürfen zu begegnen, gut sein, in aller Kürze das Wesen der empfohlenen Einteilung und ihre Vorzüge vor anderen Vorschlägen darzustellen.

Eine Zeiteinteilung, die den Anforderungen der Praxis und der Wissenschaft entsprechen soll, muß 1. möglichst rhythmisch und 2. einheitlich sein, sowie 3. möglichst geringe Änderungen des Bestehenden bringen. Es läßt sich zeigen, daß der Vorschlag die beste mögliche Vereinigung dieser drei Forderungen darstellt und daß andere Vorschläge eine oder die andere derselben allzusehr zurücksetzen. An dieser Stelle müssen wir uns mit wenigen Andeutungen begnügen.

Wir müssen an den 12 Monaten festhalten, die das Jahr restlos teilen, denn die Einführung von 13 Monaten, von Tagen ohne Datum oder von eingeschobenen Gruppen von 5 bis 14 Tagen, die zum Teil in verschiedenen Jahren verschieden lang sein sollen, würde nicht nur einen viel zu großen Bruch mit altem Gewohnten und eine viel zu schwierige Umrechnung des alten auf das neue Datum bedingen, sondern würde auch der rhythmischen, möglichst streng und einfach periodischen Einteilung widersprechen. Die Änderung muß natürlich eine zum Besseren, nicht zum Schlechteren sein. Aber das gegenwärtige regellose Schwanken der Monatslängen zwischen 28 und 31 Tagen und der Quartale zwischen 90 und 92 Tagen muß einem klaren Rhythmus weichen.

Wir wollen auch die 52 Wochen behalten, die unser ganzes Leben seit so lange beherrschen. Aber um eine einheitliche Zeiteinteilung zu haben, statt des Durcheinanders von zwei verschiedenen, dürfen die Wochen nicht unabhängig vom Jahr und Quartal sein und muß ihre Verschiebung gegen die größeren Abschnitte zum Stillstand gebracht werden.

Die Gregorianische Rechnung der gewöhnlichen Jahre zu 365 Tagen und der Schaltjahre zu 366 Tagen und der Jahresanfang sollen beibehalten werden. Die Gründe, die für eine Änderung in diesen Dingen angeführt werden, sind nicht schwerwiegend genug, um der Reform bei dem größten Teile der Kulturwelt damit unnötige Schwierigkeiten zu bereiten. Daß von russischer Seite solche Änderungen gewünscht werden, um den Beitritt Rußlands zu erleichtern und ihn nicht als ein Nachgeben erscheinen zu lassen, kann nicht ausschlaggebend sein.

Die Ordnung der Feste innerhalb dieses einheitlichen Kalenders muß den einzelnen Staaten und Kirchen überlassen sein. Da aber die Lage von Ostern — und damit zugleich von Himmelfahrt und Pfingsten — nicht nur innerhalb jedes Staates für Schule, Industrie, Handel, Eisenbahnen und vieles andere große Bedeutung hat, sondern auch allen Auslandsverkehr stark beeinflußt, so wird eine möglichst weitreichende internationale Regelung auch dafür seit lange dringend gewünscht und ist das Bedürfnis nach einer solchen auch vom internationalen Kongreß der Handelskammern wiederholt anerkannt worden.

Die vorgeschlagene Kalenderreform umfaßt also:

A. Die Monatsreform, d. i. die möglichst gleichmäßige Gliederung des Jahres in $^{12}/_{12}$ — Monate — und zugleich in $^{2}/_{2}$, $^{3}/_{3}$, $^{4}/_{4}$ und $^{6}/_{6}$ wie folgt:

Dauer in Tagen													
	122				122*				122				*beziehungsweise 1 Tag weniger in je 3 von 4 Jahren.
	61		61		61*		61		61		61		
	31	30	30	31	30	31*	31	30	30	31	30	31	
	91			92*			91			92			
	183*						183 Tage						

B. Die Wochenreform, nämlich:

a) die Festhaltung der Wochentage auf demselben Datum von Jahr zu Jahr;
b) die Wiederholung von Datum und Wochentag von Quartal zu Quartal;
c) die gleichmäßige Verteilung der wöchentlichen 6 Werktage — von Festen abgesehen — mit je 26 auf jeden Monat.

C. Die Osterreform, d. i. die Festhaltung der Zeitpunkte für alle Feiertage auf demselben Monatsdatum von Jahr zu Jahr, also Ausmerzung der Mondrechnung, durch welche Ostern z. B. 1916 einen vollen Monat später als 1913 fiel.

Die einfachste Formel für die restlose Erreichung aller drei Reformen unter möglichster Schonung des Bestehenden würde in den 4 Sätzen liegen:

„Jedes Jahr, und in Schaltjahren jedes Halbjahr, beginnt und schließt mit einem Sonntag. — Der erste Monat jedes Vierteljahres hat 31 und kein Monat weniger als 30 Tage. — Ostern fällt auf den 8. April. — Das übrige bleibt wie es ist.“

Man hat dann folgende ewige Datumtafel:

Monat des Quartals:	Erster (31 Tage)					Zweiter (30 Tage)					Dritter (30 od. 31 Tage)				
Monatsname:	Januar, April, Juli und Oktober					Februar, Mai, August und November					März, Juni, September und Dezember				
Sonntag	1	8	15	22	29	—	5	12	19	26	—	3	10	17	24
Montag	2	9	16	23	30	—	6	13	20	27	—	4	11	18	25
Dienstag	3	10	17	24	31	—	7	14	21	28	—	5	12	19	26
Mittwoch	4	11	18	25	—	1	8	15	22	29	—	6	13	20	27
Donnerstag	5	12	19	26	—	2	9	16	23	30	—	7	14	21	28
Freitag	6	13	20	27	—	3	10	17	24	—	1	8	15	22	29
Sonnabend	7	14	21	28	—	4	11	18	25	—	2	9	16	23	30
(Sonntag)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(31[1])

[1]) Ergänzungstag im Dezember aller Jahre und im Juni der Schaltjahre, als Sonntag oder anders zu benennen.

Es ist indessen gleichgültig und kann den einzelnen Ländern überlassen werden, ob man die beiden überschüssigen Tage als Sonntage oder irgendwie anders bezeichnen will. Es ist auch unwesentlich, ob man den Schalttag dem Juni oder, um möglichst wenig am Bestehenden zu ändern, dem Februar anhängt; doch ist über diesen Punkt eine internationale Vereinbarung zu wünschen. Der bessere Platz für ihn ist entschieden der in der Jahresmitte, weil dann die Mittelpunkte der Monate sich dem Ideal völlig gleicher Abstände — der Äquidistanz — so sehr, als überhaupt erreichbar ist, nähern, ein Punkt, der für wissenschaftliche Untersuchungen und auch für einige praktische Fragen von Bedeutung ist.

Wollten wir ein gewöhnliches Jahr in ganz gleiche Zwölftel teilen, so würde das Ende jedes Monats die in Zeile A genau und in Zeile B abgerundet angegebene Zahl von Tagen vom Jahresanfang abstehen. Nach dem jetzigen Kalender ist dieser Abstand der in Zeile C, nach dem vorgeschlagenen der in Zeile D angegebene. Die entsprechenden Zahlen für Schaltjahre geben die Zeilen A′, C′ und D′.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
A	$30^{5}/_{12}$	$60^{10}/_{12}$	$91^{3}/_{12}$	$121^{8}/_{12}$	$152^{1}/_{12}$	$182^{6}/_{12}$	$212^{11}/_{12}$	$243^{4}/_{12}$	$273^{9}/_{12}$	$304^{2}/_{12}$	$334^{7}/_{12}$	365
B	30	61	91	122	152	$182^{1}/_{2}$	213	243	274	304	335	365
C	31	59	90	120	151	181	212	243	273	304	334	365
D	31	61	91	122	152	182	213	243	273	304	334	365
A′	$30^{1}/_{2}$	61	$91^{1}/_{2}$	122	$152^{1}/_{2}$	183	$213^{1}/_{2}$	244	$274^{1}/_{2}$	305	$335^{1}/_{2}$	366
C′	31	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335	366
D′	31	61	91	122	152	183	214	244	274	305	335	366

Der Fehler beträgt also bei dem vorgeschlagenen Kalender in gewöhnlichen Jahren nur in 3 Monaten, in Schaltjahren in keinem einzigen mehr als $^1/_2$ Tag, während dies im jetzigen Kalender in gewöhnlichen Jahren in 9, in Schaltjahren in 3 Monaten der Fall ist.

Die Änderung des Datums, die beim Vergleich des Gregorianischen mit dem Julianischen Kalender eine so große Rolle spielt, wäre bei Einführung dieses Reform-Kalenders nur sehr gering. Vom 1. September bis zum 29. Februar bliebe das Datum unverändert, in den übrigen 6 Monaten verringerte es sich in gewöhnlichen Jahren im März und Mai um 2, im April, Juni, Juli und August um 1 Tag. In Schaltjahren wäre die Änderung in diesen 6 Monaten nacheinander nur 1, 0, 1, 0, 1 und 1 Tag rückwärts. Alle anderen Reformvorschläge bedingen größere Datumänderungen.

Wie Ostern stets auf dasselbe Datum, so würden das Weihnachts- und Neujahrsfest bei dieser Neuordnung stets auf denselben Wochentag fallen, während sie jetzt bald als Sonntage verschwinden, bald zwei Arbeitswochen nacheinander in der Mitte schneiden und halb zerstören. Was dieses Schwanken z. B. für den Eisenbahndienst bedeutet, kann man sich leicht vorstellen, wenn man bedenkt, daß die Erfahrungen eines Jahres über den Weihnachtsverkehr auf das nächste Jahr nicht zu verwenden sind, weil dieser Verkehr sich, je nach der Lage zum Sonntag, ganz verschieden abspielt.

Die Geschichte dieses Vorschlages ist kurz folgende. Er wurde in den Jahren 1885 bis 1910 ganz unabhängig voneinander in, vom Schalttag abgesehen, genau übereinstimmender Weise von drei Deutschen und einem Franzosen aufgestellt[1]. Kurz darauf haben ein Schweizer und ein Schotte[2]) die Vorzüge dieses Vorschlags vor den von ihnen bis dahin vertretenen offen anerkannt und haben ihn, ebenso wie ein Amerikaner[3]) warm empfohlen. Die wünschenswerte Internationalität ist also bei diesem Vorschlag von vornherein vorhanden, obwohl er überwiegend deutsch ist. Das Preisgericht der „L'Astronomie" hat ihm 1887 nur den zweiten Preis zuerkannt, den ersten aber einem Vorschlag, der den Neujahrstag als Tag ohne Datum erklärte und eine Verschiebung sämtlicher Daten um 1 bis 3 Tage bedingte.

Dieser Wettbewerb von 1884—1887 ist merkwürdigerweise sehr bald in Vergessenheit geraten und den Urhebern der 1900—1910 entstandenen Projekte erst nachträglich bekannt geworden. Er war von einem Ungenannten (einem französischen Abbé) ins Leben gerufen, der die leitenden Gedanken für ihn in einigen Sätzen niederlegte, die auch jetzt wert sind, als Programm für eine vernünftige Reform zu dienen:

a) daß die Reform einzig vom praktischen Gesichtspunkt untersucht werden möge, wobei ihre Vorteile unzweifelhaft und so offenbar sein müssen, daß die Völker sie leicht annehmen, ohne mit ihren Gewohnheiten zu brechen;

b) daß die Jahre sich untereinander gleichen;

c) daß die Tage des Jahres stets auf dieselben Wochentage fallen;

d) daß der erste Tag des Jahres stets ein Sonntag sei;

e) daß die siebentägige Woche und das Jahr von 12 Monaten erhalten bleiben, aber ein besseres Gleichgewicht unter den Monaten hergestellt werde.

Eine regere Aufmerksamkeit erweckte die Frage überhaupt erst wieder, als die Haarlemer „Maatschappij van Nijverheid" im Jahre 1910 die Kalenderreform aufs Programm des Internationalen Handelskammer-Kongresses in London brachte, unter Bezugnahme auf das 1900 aufgestellte und 1910 wiederaufgenommene Pro-

---

[1]) Emile Hanin, Ingenieur zu Auxerre, in der Zeitschrift „L'Astronomie" vom Jahre 1887. — Rosenkranz, Pfarrer in Seligental, Siegkreis, im Jahre 1900. — W. E. G. Büsching, Geometer a. D. in Halle a. S., in einer Broschüre und mehreren Zeitungen im Jahre 1910. — W. Köppen, Abteilungsvorstand der Seewarte, in zwei Hamburger Zeitungen im Mai und Juni 1910. In den Jahren 1911 und 1912 haben die letzteren drei an verschiedenen Stellen Aufsätze über dieses Projekt veröffentlicht; so Pastor Rosenkranz in der Bonner „D. Reichs-Zeitung", Herr Büsching u. a. in einer größeren Broschüre (Halle bei R. Heller), der Unterzeichnete u. a. in Esperanto-Zeitschriften und in der Berliner „Woche" 1911, Heft 45. Erst nachträglich wurde das Vorhandensein dieser vier gleichen Entwürfe festgestellt und die Fühlung zwischen deren Erfindern in einem recht erfreulichen Briefwechsel erreicht.

[2]) René de Saussure, Privatdozent in Genf, in „Internacia Scienca Revuo" vom Juli 1910, S. 200. — Al. Philip, Banker & Lawyer in Brechin, in seinem Buche „The Reform of the Calendar", London 1914, S. 94.

[3]) John M. Clifford in „Science" vom 5. Mai 1911, S. 691.

jekt eines Schweizers[1]), aber ohne sich an dieses zu binden. Auf Veranlassung des Kongresses hat sodann die Schweizer Bundesregierung sich bereit erklärt, eine staatlich beschickte Konferenz zur Beratung der Frage einzuladen; bei einer vorläufigen Umfrage hat sie aber nicht die genügende Bereitwilligkeit zu deren Beschickung bei den übrigen Regierungen, namentlich bei Rußland, gefunden[2]).

Die Gefahren, die eine Kalenderreform zu vermeiden trachten muß, sind aus der Geschichte der beiden Kalenderreformen zu erkennen, die nach Cäsar in Europa vorgenommen worden sind. Die erste, die Gregorianische, ist wegen ihres römisch-katholischen Ursprungs in den protestantischen Ländern erst 118 bis 171 Jahre später durchgeführt worden und in Rußland noch heute nicht. Die zweite, die der französischen Revolution, hat nur 12 Jahre Bestand gehabt, weil sie ohne Not alles geändert hatte: sämtliche Daten, den Jahresanfang, Länge und Namen der Monate und die Ära, sowie namentlich auch die Woche abgeschafft hatte.

Um Aussicht auf nicht allzu langsame allgemeine Einführung auf der ganzen Erde zu haben, muß also die Reform als weltliche Angelegenheit behandelt werden und müssen allzu radikale Pläne zurückgewiesen werden. Ob alle ihre drei oben genannten Teile besser gleichzeitig oder besser nacheinander eingeführt werden, und ob ein einzelner Staat oder ein internationaler Kongreß den Anfang machen soll, sind Opportunitätsfragen, die wir hier nicht behandeln wollen.

Zufällig ist gerade dieses Jahr vom 1. September an zur Einführung der Reform ganz besonders günstig, weil Datum und Wochentag im September bis Dezember 1916 genau so liegen, wie in unserem Vorschlag, also zunächst gar keine Änderung erleiden würden. Das Publikum würde den Wechsel erst daran bemerken, daß der erste Arbeitstag 1917 ein Montag und nicht ein Dienstag sein würde — und das ist doch nicht so aufregend, wie der Verlust von 11 Tagen, der 1752 einem englischen Minister bei der Einführung des Gregorianischen Kalenders fast das Leben kostete. Auch das Osterdatum ist im nächsten Jahre zufällig der 8. April.

Würden Deutschland und seine Verbündeten auch in dieser Sache, wie in der Sommerzeit, vorangehen, so würden wahrscheinlich wie bei jener die anderen Staaten, wenn auch erst in einigen Jahren, nachfolgen und auch Rußland den unvermeidlichen Schritt tun. Die Menschheit käme dann, unter der Führung Deutschlands, wenn auch nach einer etwas unbequemen Übergangszeit, zu einer vernünftigen und der ganzen Welt gemeinsamen Zeiteinteilung.

Die Reform ist so einfach, daß man sich nachträglich nur wundern wird, daß man so lange an einer so unbeholfenen Einteilung wie der bestehenden festgehalten hat. W. Köppen.

Die Häfen der britischen Kolonie Neufundland.

(Amtlich) [Schluß des 3. Teiles.]

3. Häfen am südlichen Teile der Ostküste Neufundlands.

St. Johns. (Fortsetzung von S. 345.)

Einsteuerung. Die Einfahrt zwischen Kap North im Nordnordosten und Kap South im Südsüdwesten ist 302 m breit. Von der Einfahrt führt ein schmales Fahrwasser, das bei der Chain-Klippe zwischen den beiden 9.1 m (5 Fad.)-Grenzen nur 91 m breit ist, nach dem nordöstlichen Teil des Hafens.

Nördlich vom Kap North liegen die Washballs, Klippen in der Wasserlinie, bis 137 m weit von der Küste; Untiefen erstrecken sich ungefähr 91 m weit östlich davon und eine Klippe mit 1.4 m ($4^1/_2{}'$) Wasser darüber liegt rw. 54° (mw. $O^5/_8N$)

---

[1]) Prof. L. A. Grosclaude in Genf. Auch dieses Projekt behandelt den Neujahrstag als datumlosen Tag und ist darum und wegen der größeren Datumänderung nicht zu empfehlen.

[2]) Während der Drucklegung erhalte ich durch Herrn Rese Kenntnis von einem in der in Hameln erscheinenden christlich-nationalen Wochenschrift für den 9. hannoverschen Reichstagswahlkreis, »Die Umschau«, am 26. Februar 1899 erschienenen Aufsatz des Generals v. Sichart (Sichart von Sichatshoff), in dem unter der Überschrift »Vorschlag Sirius—Sichart« genau die oben geschilderte Einrichtung mit sehr guter Begründung empfohlen wird: 1. Januar ein Sonntag, erster Monat jedes Quartals 31 Tage, dazu Schalttag 31. Juni und Sylvester 31. Dezember. Die einzige Abweichung besteht darin, daß Ostern auf 1. April gelegt ist, was im Widerspruch mit (späteren) Beschlüssen des deutschen Handelstages und deutschen Pfarrertages steht. W. K.

1 Kblg vom Kap North. 2 Kblg westlich von Kap North, 37 m vor dem Felsenabhang unter dem Signalhügel, liegt die White-Klippe 2,1 m (7') unter Wasser, und eine Klippe mit 6.4 m ($3^1/_2$ Fad.) Wasser darüber liegt rw. 191° (mw. SW$^1/_2$S) 2.2 Kblg von der Flaggenstange auf dem Signalhügel. Die Chain-Klippe, die bei Springhochwasser beinahe überflutet wird, liegt rw. 174° (mw. SSW) 37 m von der Chain-Klippen-Batterie, die $4^1/_4$ Kblg westlich von Kap North ist. Die Ruby-Klippe liegt rw. 217° (mw. SWzW$^7/_8$W) 37 m von der Chain-Klippe, 5.5 m (3 Fad.) unter Wasser und ist durch eine rote Spierentonne gekennzeichnet. Die Seal-Klippe wird bei $^3/_4$ Tide überflutet. Sie liegt rw. 297° (mw. NWzN) etwa 110 m von der Chain-Klippen-Batterie.

Die Vestal-Klippe, an der Südseite der Einfahrt, liegt rw. 111° (mw. SO$^1/_2$S) beinahe $^1/_2$ Kblg von Kap South 3.7 m (12') unter Wasser, und eine Untiefe mit 10 bis 11 m ($5^1/_2$ bis 6 Fad.) Wasser darüber und von 55 m Länge in südwestlicher Richtung liegt rw. 38° (mw. ONO) $^3/_4$ Kblg vom Leuchtturm auf Fort Amherst. Die Pancake-Klippe liegt rw. 285° (mw. NW$^1/_8$W) $3^1/_2$ Kblg von Kap South, etwa 37 m vor dem Südufer der Einfahrt, bei Hochwasser in der Wasserlinie und ist durch eine eben nördlich von ihr liegende schwarze Spierentonne gekennzeichnet. Die Little Pancake-Klippe, rw. 282° (mw. NW$^3/_8$W) etwa 82 m von der Pancake-Klippe, liegt 1.8 m (6') unter Wasser und hat 1.8 m (6') Wasser 46 m nordwestlich von sich. Die Prosser- oder Cahil-Klippe mit 1.5 m (5') Wasser darüber liegt rw. 282° (mw. NW$^3/_8$W) etwa 251 m von der Pancake-Klippe und rw. 4° (mw. NOzN) 37 m von dem Landungssteg bei der Cahil-Huk. Eine rote Kugeltonne liegt eben nördlich von der Klippe. Die Merlin-Klippe mit 8.7 m ($28^1/_2$') geringster Wassertiefe liegt rw. 249° (mw. W$^3/_4$N) 137 m von der Chain-Klippe und ist 7.3 m (24') lang, 4.6 m (15') breit und steil an allen Seiten, außer an der Nordseite, die allmählich ansteigt. Eine Klippe mit 8.2 m ($4^1/_2$ Fad.) Wasser darüber liegt rw. 173° (mw. SSW) 55 m von der Merlin-Klippe.

Auch das Einlaufen ist bei klarem Wetter einfach. Bei dickem Wetter, wenn die Hügel nicht zu sehen sind, darf man die Einfahrt nach Quiddy Viddy nicht mit der schmalen Einfahrt in den St. Johns-Hafen verwechseln.

Die Einfahrt nach St. Johns, die hohes Land an jeder Seite hat, ist aus einiger Entfernung nicht zu erkennen, wird aber, sobald man näher herankommt, durch Kap Spear, Fort Amherst und durch die Gebäude und die Flaggenstange auf dem Signalhügel gut gekennzeichnet.

Man laufe den Hafen auf einem nordwestlichen Kurse an, meide aber die Vestal-Klippe, von der man nördlich steht, wenn die katholische Kathedrale nördlich frei ist von dem Lande an der Südseite der Einfahrt, oder wenn die Frederick-Batterie in der Richtung rw. 278° (mw. NW$^3/_4$W) gut nördlich frei ist von Kap South. Man bringe den weißen Mast mit der Tagmarke auf dem roten Hause in der Richtung rw. 276° (mw. NW$^7/_8$W) in Linie mit dem Turm der Congregational-Kapelle, die man eben nördlich frei sieht von den vierekigen Türmen der katholischen Kathedrale, und steuere auf dieser Richtlinie in den Hafen hinein. Diese Richtlinie führt aber über die Merlin-Klippe, daher müssen sehr tief gehende Schiffe die Klippe vorher durch ein Boot kennzeichnen. Ist man an der Prosser-Klippe vorbei, so kann man nach einem geeigneten Ankerplatz laufen.

Sind am Tage die Richtmarken nicht zu erkennen, so bleibe man $^1/_2$ Kblg südlich von Kap North und steuere auf dem Kurse rw. 276° (mw. NW$^7/_8$W) in den Hafen hinein. Die Tonnen bei den Klippen Pancake und Prosser lasse man 46 m weit südlich, die bei der Ruby-Klippe nördlich von sich.

Kleine Schiffe kreuzen öfter in den Hafen hinein, wobei sie durch Boote unterstützt werden.

Bei Nacht bringe man die beiden Feuer auf den eben genannten Türmen in der Richtung rw. 276° (mw. NW$^7/_8$W) in Linie und steuere auf dieser Richtlinie in den Hafen hinein, berücksichtige aber, daß diese Richtlinie über die Merlin-Klippe mit 8.7 m ($28^1/_2$') Wasser führt.

An der Nordseite des Hafens entlang fahrende Schiffe bleiben südlich von der Seal-Klippe, wenn Kap South in der Richtung rw. 117° (mw. SOzS) gut frei ist von der Chain-Klippen-Batterie.

Bei Eisgang werden die Tonnen ohne vorherige Bekanntmachung entfernt.

Ankerplatz in der Einfahrt. Bei widrigem oder umlaufendem Winde kann man eben innerhalb der Einfahrtshuken auf 27 m (15 Fad.) Wasser über felsigem Grunde ankern und auf einen Schlepper warten.

Ankerplatz im Hafen. Schiffe müssen nach den Anordnungen des Hafenmeisters frei von den Ladebrücken für Ozeandampfer ankern und müssen vor beiden Ankern liegen, da sonst nicht genügend Platz zum Schwaien ist.

S. M. S. „Bremen" ankerte auf 15 m (8 Fad.) Wasser, von wo aus das Regierungsgebäude rw. 297° (mw. NWzN), die Signalstation rw. 68° (mw. O$^5/_8$S) peilte.

Hafenanlagen. Ladebrücken für große Schiffe sind an beiden Seiten des Hafens angelegt. Einige davon sind 67 m bis 110 m lang und haben 5.5 m bis 9.7 m (18′ bis 32′) Wasser längsseit. Ein Kai von etwa 46 m Länge hat bei mittlerem Springhochwasser 16 m (54′) Wasser längsseit, ein anderer ist im Bau. Gleise für kleine Loren führen an den Kai. Warenschuppen stehen an den Ufern des Hafens. Ein staatlicher Ölbehälter und ein Lagerschuppen für Sprengstoffe sind vorhanden. Zwei Verholtonnen liegen in der Nähe der Kings-Ladebrücke.

Als Liegeplatz zum Überwintern eignet sich die Nordseite der nördlichen Anlegebrücke der Dockgesellschaft. Diese Brücke ist 61 m lang und hat bei Springniedrigwasser 6.7 m (22′) Wasser längsseit. Man liegt hier außerhalb des Verkehrs und geschützt, da selbst bei steifen östlichen Winden kaum irgendwelche Dünung hierher kommt.

Hafenordnung. Die Hafenordnung ist gedruckt. Hafensignale. An der Rahe des Signalmastes der Signalstation wird durch Bälle und Flaggen angezeigt, wieviele Schiffe in Sicht sind.

Dockanlagen. Ein Trockendock ist vorhanden. Seine ganze Länge beträgt 182.9 m (600′), seine Länge auf den Blöcken 170 m (558′), seine Breite oben 40.4 (132.5′), an der Einfahrt 25.9 m (85′), seine Tiefe auf der Schwelle 7.6 m (25′) bei mittlerem Springhochwasser. Das Dock liegt im innersten Ende des Hafens, wo das Wasser sehr schlicht ist. Schiffe mit mehr als 6000 t Ladung sind schon in dem Dock gewesen. Die Dockkosten betragen für den ersten Tag 25 c für die R-T. brutto, für jeden folgenden Tag $12^1/_2$ c für die R-T. brutto.

Ein Schwimmdock von 41 m (135′) ganzer Länge und 14.9 m (49′) Breite kann Schiffe bis zu 200 R-T. brutto aufnehmen. Über den Blöcken des versenkten Docks ist 3.5 m ($11^1/_2$′) Wasser. Die Dockkosten betragen:

für den ersten Tag für Schiffe	unter	50	R-T. brutto	$ 12.00
« «	von	50 bis 74	« «	18.00
« «	«	75 « 100	« «	24.00
« «	über	100	« «	25 c für jede R-T. brutto.

Für jeden weiteren Tag muß die Hälfte der eben angeführten Preise bezahlt werden.

Ausbesserungswerkstätten. Die Werft der Trockendock-Gesellschaft Reid & Co. kann größere Reparaturen, die Engineerings Co. kann Reparaturen mittleren Umfangs an Schiffen und Maschinen ausführen. Die A. C. Cameron Dampfpumpwerke können größere Reparaturen an Pumpen und Rohrleitungen ausführen. Kräne mit 50 t Hebekraft sind vorhanden.

Hafenunkosten. Leuchtfeuergebühren. Jedes Kauffahrteischiff muß einmal im Kalenderjahr (aber nicht öfter als einmal in drei Monaten) folgende Gebühren bezahlen:

24 c für jede R-T. netto	bis zu	500 R-T. netto	einschließlich, außerdem	
12 c « « « «	über	500 « «	bis 1000 R-T. netto einschließlich.	
6 c « « « « «	«	1000 « «	« 2000 « « « .	

240 $ ist der höchste Betrag, den ein Schiff im Kalenderjahr (aber nicht öfter als einmal in drei Monaten) bezahlen muß.

Schiffe, die den Hafen zum Reparieren, Kohlen oder Verproviantieren anlaufen, brauchen nur die Hälfte der Gebühren zu zahlen.

Labrador- oder Küstenfischer oder sonstige Küstenfahrer zahlen keine Gebühren, solange sie in dieser Fahrt sind. Sind diese Fahrzeuge nicht auf dem Fisch-

fang, sondern machen sie Reisen nach einem Hafen außerhalb der Kolonie, so müssen sie einmal im Kalenderjahr (aber nicht öfter als einmal in drei Monaten) 6 c Leuchtfeuergebühren für jede R-T. netto bezahlen.

Wassergeld. 5 c für die R-T., aber nicht mehr als $ 20, einmal im Jahre zu zahlen.

Hafenmeistergebühren.

Schiffe von 60 bis 100 R-T.		$ 2.00
« « 101 « 200 «		3.00
« « 201 « 300 «		4.00
« « 301 « 400 «		5.00
« « 401 « 500 «	und mehr	6.00.

Diese Gebühren sind einmal zwischen dem 1. Januar und 30. Juni und einmal zwischen dem 1. Juli und 31. Dezember zu zahlen.

Kriegsschiffe, Küstenfahrer und Neufundlandfischerfahrzeuge brauchen keine Hafenmeistergebühren zu zahlen.

Gemeindeabgaben betragen 1 c für die R-T. brutto.

Hafenunkosten des Dampfers „Nordkap" von 1329 R-T. netto Größe:

Leuchtfeuergebühren	$ 199.74
Wassergeld	20.00
Hafenmeistergebühren	6.00
Gemeindeabgaben für 2066 R-T. brutto	20.66
Lotsengeld	34.80
Einklarieren	5.00
Ausklarieren	5.00
Konsulatsgebühren	21.26
	$ 312.46.

Der Arbeitslohn beträgt am Tage 18 c für die Stunde, bei Nacht 25 c für die Stunde, nach Mitternacht 40 c für die Stunde; für Kohlen löschen muß 30 c für die Tonne bezahlt werden.

Die Angaben über Kosten beziehen sich auf die Zeit vor Juli 1914.

Die Stadt St. Johns ist an der steilen und hügeligen Nordwestseite des Hafens angelegt. Häuser stehen auch an der Südostseite des Hafens und längs der Ufer des Flusses, der im innersten Ende des Hafens mündet. Mehrere schöne Gebäude, von denen das auffälligste die katholische Kathedrale ist, sind vorhanden. St. Johns ist Sitz der Regierung und zählte im Jahre 1908 30400 Einwohner, darunter 3 deutsche Reichsangehörige.

Handelsverkehr.

Schiffsverkehr im Jahre 1907/08		Eingelaufen				Ausgelaufen			
		Dampfer		Segler		Dampfer		Segler	
		Zahl	R-T.	Zahl	R-T.	Zahl	R-T.	Zahl	R-T.
insgesamt	mit Ladung	608	565 699	916	69 392	596	777 791	505	65 160
	in Ballast	157	317 441	301	30 103	115	84 368	487	25 129
davon deutsche	mit Ladung	1	1 892	—	—	1	1 892	—	—
	in Ballast	—	—	—	—	—	—	—	—
davon Flagge des Hafens	mit Ladung	246	316 811	138	19 785	167	276 877	140	24 069
	in Ballast	5	4 629	44	11 549	72	63 755	28	4 452
davon englische	mit Ladung	504	433 646	853	62 953	388	368 167	437	50 085
	in Ballast	11	6 159	262	24 235	75	60 764	469	23 063

Die Haupteinfuhr besteht aus: Kohlen, Butter, Mehl, Salzfleisch, Speck, Melasse, Zucker, Salz, Tee, Tabak, Wein, Spirituosen, Baumwolle, Woll- und Seidenwaren, Leder und Lederwaren, Metall- und Kurzwaren.

Die Hauptausfuhr besteht aus: Getrockneten und konservierten Fischen, Fischöl, Seehundsfellen, Kupfer- und Eisenerz, Eisenkies, Holz.

Industrie. Die hauptsächlichste Industrie beruht auf dem beträchtlichen Fischereibetrieb, auf dessen Ertrag $^{7}/_{8}$ der Ausfuhr kommt. Die Colonial Cordage-

Gesellschaft, die Bedarfsartikel für die Fischerei anfertigt, beschäftigt 500 Personen. Außerdem sind noch vorhanden drei Eisengießereien, eine Nagelgießerei, eine Maschinenwerkstätte, eine Werkstätte für Eisenbahnmaterial, zwei Zwiebackbäckereien, Brauereien, Gerbereien, Möbel-, Tabak- und Seifenfabriken, Molkereien.

An den Ladebrücken sind zahlreiche Ölfässer, deren Geruch im Sommer sehr unangenehm ist, und jeder freie Platz ist mit Gerüsten zum Fischtrocknen belegt.

Dampferlinien. Die Allan- und die Furness-Linie unterhalten zusammen wöchentlichen Verkehr zwischen Liverpool und St. Johns, d. h. die Linien fertigen abwechselnd alle 8 Tage einen Dampfer nach und von St. Johns ab. Die Dampfer der Allan-Linie laufen aber in den Monaten Februar bis April einschließlich nicht nach St. Johns, sondern sie laufen Halifax an, von wo aus vierzehntägiger Verkehr mit St. Johns durch einen Küstendampfer unterhalten wird. Wöchentlichen Verkehr zwischen St. Johns und Montreal, Pictou, Charlottetown und Sydney (Kap Breton) unterhalten die Dampfer der Black Diamond-Linie, und wöchentlichen Verkehr zwischen St. Johns und New York und Halifax die der Red Lion-Linie. Die Red Lion-Dampfer bringen Post von New York und Halifax, befördern aber keine Post nach diesen Häfen.

Zwei Dampfer der Black Diamond-Linie unterhalten vom 1. Mai bis 5. Dezember wöchentlichen Verkehr direkt mit Kanada, befördern aber keine Post und nur der eine Dampfer befördert Reisende.

Eisenbahn. Von St. Johns führt eine Eisenbahn nach Port aux Basques, von dort fährt ein Dampfer nach Sydney (Kap Breton), wodurch St. Johns an das nordamerikanische Eisenbahnnetz angeschlossen ist.

Telegraphische Verbindung besteht mit allen Ländern durch die Kabel der Anglo-American Telegraph Co. und der Commercial Cable Co.

Schiffsausrüstung. Bunkerkohlen. Von verschiedenen Firmen werden zusammen etwa 30 000 Tonnen Kohlen auf Lager gehalten. Man kann Kap Breton-, englische, wallisische, schottische oder Anthrazit-Kohle bekommen. Der Preis betrug im Jahre 1908:

für Kap Breton-	Kohle . . .	$ 6.45 bis 6.70
« englische	« . . .	6.75 « 6.90
« beste wallisische	« . . .	8.50
« schottische	« . . .	7.00
« Anthrazit-	« . . .	8.00 p t frei an Bord.

Die Kohlen werden entweder an der Kohlenbrücke oder aus einer Hulk oder aus Prähmen übergenommen. Man kann in jeder Luke etwa 20 Tonnen in der Stunde übernehmen. Die Brücke ist mit 3 m hohen Schütten ausgerüstet.

Frischer und Dauerproviant ist zu erhalten, ist aber etwa um die Hälfte teuerer als in den Vereinigten Staaten. Andere Ausrüstung ist zu erhalten. Gutes Trinkwasser ist vorhanden. Es wird an den Ladebrücken aus der Wasserleitung entnommen, vor Anker liegende Schiffe erhalten es von einem Wasserboot. Preis siehe unter Hafenunkosten. Ballast. Steinballast kostet 50 c, Schutt 30 c p. t.

Auskunft für den Schiffsverkehr. Ein deutscher Konsul ist am Orte, er wohnt in der Queen-Straße Nr. 3. Agenten des Bureau Veritas und des Vereins Hamburger Assekuradeure sind vorhanden. Hafen-, Lotsen- und Zollamt haben ihren Sitz im Zollhaus, das Hafenpolizeiamt ist im Justizgebäude. Ein Krankenhaus, in dem kranke Seeleute aufgenommen werden, befindet sich in der Nähe der Stadt, ein anderes für ansteckende Krankheiten ist auf dem Signalhügel. Ein Seemannsheim ist am Orte. Arbeitsnachweis für Seeleute ist bei dem Board of trade Shipping Master.

Zeitsignal siehe „Leuchtfeuer aller Meere“ 1914, Heft V, Nr. 10052. Die Anglo-American Cable Company gibt bereitwillig die richtige Zeit, wenn man sich einen Tag vorher anmeldet. Seekarten und nautische Bücher sind zu kaufen, jedoch keine deutschen.

Freshwater-Bucht.

Quellen: Englisches Shb. „Newfoundland and Labrador Pilot“, fourth Edition 1907 mit Nachtrag 1913; Amerikanisches Shb. »Newfoundland and the Labrador Coast“, third Edition 1909. Karten dieselben wie für St. Johns S. 341 mit Ausnahme der Karte Nr. 298.

Die Freshwater-Bucht, eine nach Norden offene Bucht südlich von Kap South, erstreckt sich von der Spriggs-Huk $^3/_4$ Sm weit in südlicher Richtung und ist etwa $^1/_4$ Sm breit. An ihrem innersten Ende stehen einige Häuser, und grober Kiesstrand trennt die Bucht von einem großen Teich, der 3,0 m (10′) über Hochwasser liegt und 18 m (10 Fad.) tief sein soll.

Die Küste zwischen Kap South und der Freshwater-Bucht ist sehr steil und unzugänglich.

Ankerplatz findet man in der Mitte der Bucht auf 15 m bis 22 m (8 bis 12 Fad.) Wasser über mit Sand bedecktem Schlick. Der Grund hält sehr gut, und kleine Fahrzeuge, die St. Johns-Hafen nicht mehr haben erreichen können, haben hier schon nördliche Stürme abgeritten.

Blackhead-Bucht,

eine kleine, offene Bucht westlich von Kap Black, wird von Fischern angelaufen. Die Wassertiefe in der Bucht nimmt allmählich ab. Eine kleine Brücke, an der die Boote anlegen, ist vorhanden, eine Kirche steht am innersten Ende der Bucht.

Spear-Bucht,

zwischen Kap Black und Kap Spear, kann gelegentlich als Ankerplatz benutzt werden. Man ankert auf 18 m bis 20 m (10 bis 11 Fad.) Wasser.

Motion-Bucht mit Maddox-Bucht und Petty-Hafen.

Die Motion-Bucht liegt südlich von Kap Spear. Sie ist zwischen Kap North und Kap Motion 3.1 Sm breit und erstreckt sich 2.4 Sm weit in westlicher Richtung. Die Maddox-Bucht liegt im innersten Ende der Motion-Bucht, wo sie sich bei etwa $^1/_2$ Sm Breite ungefähr ebensoweit in nordwestlicher Richtung erstreckt. Petty-Hafen, an ihrer Südwestseite, ist eine schmale Schlucht von 2 Kblg Länge, 1 Kblg Breite und 5.5 m (3 Fad.) Tiefe.

Landmarken. Die Küste zwischen Kap Spear und Kap North, 2.6 Sm südlich von Kap Spear,[1] ist von mäßiger Höhe. Ihre höchste Erhebung ist ein Hügel, der ungefähr mitten zwischen Kap Spear und Kap North zu 98 m (323′) Höhe ansteigt und eine kleine Steinbake (Cairn) trägt. Kap North ist 64 m (210′) hoch und ausgezackt. An seinem Fuße liegt eine etwa 4.6 m (15′) hohe Klippe, die von dem auffällig vorspringenden Kap fast abgesondert ist. Kap Motion, an der Südseite der Einfahrt in die Motion-Bucht ist 22 m (71′), ein Hügel dicht hinter dem Kap ist 46 m (150′), und Tinker-Hügel, südwestlich vom Kap, ist 66 m (215′) hoch. Verschiedene große Felsblöcke liegen am Lande in der Nähe des Kaps umher, und eine auffällige Klippe liegt an der Küste einige Meter südlich vom Kap. Die Küste in der Nähe von Kap Motion ist im allgemeinen rauh und kahl, und die bedeutenderen Hügel heben sich davon gut ab. Etwa $1^1/_2$ Sm westlich von Kap Motion steigt der spitze Watch-Hügel zu 215 m (705′) Höhe an und trägt auf seinem Gipfel eine Bake und einen großen Felsblock. Three Peak-Hügel an der Nordseite der Maddox-Bucht ist 165 m (540′) hoch. Die Küste südöstlich von Petty-Hafen ist bis auf 6 Kblg Entfernung vom Hafen hoch und schließt mit einer hufeisenförmigen Schlucht ab. Von da bis zu der $8^1/_2$ Kblg weiter nach Südosten gelegenen Seal-Bucht wird die Küste niedrig und zeigt nur einen kleinen Felsenabhang.

An- und Einsteuerung. Etwa 1 Sm südlich von Kap Spear schiebt sich das Cow and Calf-Riff mit 16 m (9 Fad.) Wasser darüber etwa 3 Kblg weit von der Küste vor. North-Riff, 7 Kblg südöstlich von Kap North, liegt 20 m (11 Fad.), die White-Klippe, $2^1/_4$ Kblg südlich von Kap North, liegt 13 m (7 Fad.) unter Wasser. Die Nordseite der Motion-Bucht ist zwischen Kap North und der Maddox-Bucht im allgemeinen niedrig und mit zackigen Klippen besäumt, die sich nach See hinausschieben und es unmöglich machen, zu landen. Nur bei Stoppers Side an der

Westseite von Kap North ist ein kleiner Sandstrand, wo Boote landen können, sie müssen aber sofort auf Land gezogen werden.

An der Südseite der Einfahrt nach der Motion-Bucht, $^3/_4$ Kblg ostnordöstlich von Kap Motion, liegen die 1.2 m (4') hohen Motion-Klippen, auf denen die See immer brandet. Bow- und Arrow-Untiefe heißen verschiedene spitze Klippen mit 5.5 m (3 Fad.) bis 9.1 m (5 Fad.) Wasser darüber und tieferem Wasser dazwischen, die sich von Kap Motion etwa $^1/_2$ Sm weit nach Nordosten erstrecken. Weniger als 37 m (20 Fad.) Wasser findet man auch noch 1 Sm nordöstlich von Kap Motion. Bei schwerem Wetter brandet es über diesen Untiefen noch auf 18 m (10 Fad.) Wasser. Fischerboote liegen gewöhnlich an der Kante dieser Untiefen, längs der 18 m (20 Fad.)-Grenze vor Anker. Die ungleichmäßige Bodenbeschaffenheit vor Kap Motion verursacht schwere Kreuzsee, deshalb sollte man in gutem Abstand von dem Kap entlangfahren. Man bleibt östlich von den Untiefen vor Kap Motion, wenn man den Leuchtturm auf Kap Spear in der Peilung rw. 9° (mw. NO$^5/_8$N) gut östlich frei hält von Kap North.

An der Nordseite der Einfahrt nach Petty-Hafen liegt die Mad-Klippe beinahe in der Wasserlinie, und im innersten Ende dieses Hafens ragt die Anchor-Klippe aus dem Wasser.

Ankerplatz. Guten Ankerplatz findet man vor der Einfahrt nach dem Petty-Hafen.

Eine große Niederlassung ist an den Ufern des Petty-Hafens, der sich für den Fischereibetrieb vorzüglich eignet. Im innersten Ende der Maddox-Bucht sind mehrere weiße Häuser und eine kleine Brücke zum Anlegen für Boote. Gute Straßen führen nach St. Johns und der Bulls-Bucht.

Bulls-Bucht.

Dieselben Quellen wie für die Freshwater-Bucht. D. Adm-Krt. Nr. 379, Nordatlantischer Ozean, Dampferwege: Nr. 445, Newfoundland, Südlicher Teil; Brit. Adm-Krt. Nr. 296, Newfoundland, Cape Bonavista to Bay Bulls; Nr. 2915, Newfoundland, Bay Bulls to Placentia; Nr. 3046, Bay Bulls.

Die **Bulls-Bucht** liegt etwa 9 Sm südlich von Kap Motion. Sie ist an der Einfahrt zwischen der Columbine-Huk im Nordnordosten und Kap South im Südsüdwesten 1.3 Sm, weiter drinnen $^3/_4$ Sm bis $^1/_2$ Sm, an ihrem innersten Ende $1^3/_4$ Kblg breit und in westlicher Richtung $2^1/_2$ Sm lang. Sie ist nach Osten offen, aber eine leichte Biegung des inneren Teiles nach Nordwesten trägt zum Schutze des Ankerplatzes bei, der gut haltenden Sand- und Schlickgrund hat. Nach schweren östlichen Stürmen setzt Grunddünung in die Bucht hinein, wird aber für die Schiffe nicht gefährlich. Die Bucht ist oft eisfrei, wenn St. Johns-Hafen mit Eis besetzt ist. Die geographische Lage des Beobachtungspunktes ist 47° 18′ 52″ N-Br. und 52° 48′ 32″ W-Lg. Die Mißweisung für das Jahr 1916 beträgt 29° W, ihre jährliche Abnahme etwa 4′.

Landmarken. Kap Bull, $8^1/_2$ Sm südsüdwestlich von Kap Motion, ist 54 m (178′) hoch. Die Küste zwischen Kap Motion und Kap Bull besteht aus Schieferabhängen, hinter denen das Land zu 274 m (899′) Höhe ansteigt. 4 Sm nördlich von Kap Bull sieht man, namentlich bei Hochwasser und starker Dünung, eine dem Blasen eines Walfisches ähnliche Erscheinung, die Spout genannt und dadurch hervorgerufen wird, daß mit dem Wellenschlage Wasser in eine unterirdische Höhle stürzt und durch eine Felsenspalte mit brüllendem Laut wieder ausgeblasen wird. Man kann die Erscheinung schon deutlich sehen, wenn man noch 3 Sm vom Lande ist. Kap South an der Südseite der Einfahrt in die Bulls-Bucht hat rote Felsenabhänge. (Vgl. auch Green-Eiland S. 398.)

An- und Einsteuerung. Die Küste zwischen Kap Motion und Kap Bull fällt unter Wasser steil ab, und es befinden sich keine Untiefen davor. Aber an der Nordseite der Bulls-Bucht, etwa $1^1/_2$ Sm westlich von der Columbine-Huk, 37 m südlich von der Bread- und Cheese-Huk, liegt die Bread- und Cheese-Klippe 2.1 m (7′) unter Wasser, und rw. 276° (mw. NW$^7/_8$W) von der Bread- und Cheese-Huk liegen die Magotty-Klippen dicht vor der Westseite der Bulls-Bucht; eine 5.5 m (3 Fad.)-Stelle erstreckt sich außerdem etwa 137 m weit von diesen Klippen nach Nordosten.

Beim Einlaufen halte man sich nach Passieren der Bread- und Cheese-Klippe unter der Nordostseite der Bulls-Bucht und suche dort einen passenden Ankerplatz; die Nordostseite ist einigermaßen gegen Grunddünung geschützt.

Eis. Siehe weiter hinten unter Ferryland-Hafen S. 400.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere“ 1914, Heft 5, Titel 6.

Signalstelle. Der Leuchtturm auf Kap Bull ist mit den internationalen Signalen ausgerüstet.

Tiden. Die Hafenzeit für die Bulls-Bucht ist 7h 30min, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.5 m (5′), die Nipphochwasserhöhe 0.9 m (3′).

Die Ansiedler beschäftigen sich hauptsächlich mit Fischfang und nur teilweise mit Ackerbau. Schneehühner können in der Nähe der Bucht in der Jagdzeit geschossen werden.

Wasser kann man dem Flusse entnehmen, der im innersten Ende der Bucht mündet.

Eine sehr gute Straße führt nach St. Johns.

Witless-Bucht.

Dieselben Quellen und Karten wie für die Bulls-Bucht S. 397 mit Ausnahme der Karte Nr. 296.

Die **Witless-Bucht** liegt 2 Sm südlich von der Bulls-Bucht, kann aber wegen ihrer offenen Lage im allgemeinen nicht als Ankerplatz empfohlen werden. Vorübergehend ankert man am besten auf 15 m (8 Fad.) Wasser über Sand $^1/_2$ Sm oberhalb der Bearcove-Huk.

Landmarken. Green-Eiland, $^1/_2$ Sm südöstlich von der Witless-Huk, dem südlichen Ausläufer der Witless-Bucht, ist platt und hat 43 m (140′) hohe Felsenabhänge an der Vorderseite. Gull-Eiland, vor der Einfahrt der Witless-Bucht, ist ein bewaldetes Felseneiland von 73 m (240′) Höhe, das unter Wasser steil abfällt. In dem Dorfe am innersten Ende der Witless-Bucht steht eine große Kirche.

An- und Einsteuerung. An der Nordwestseite von Green-Eiland sind mehrere trocken liegende Schieferriffe, und $1^1/_2$ Kblg südöstlich vom Green-Eiland liegt die Man-of-war-Klippe 1.8 m (6′) unter Wasser. Ferner erstreckt sich eine Untiefe $^1/_4$ Sm weit von der Witless-Huk. Eine 9.1 m (5 Fad.) tiefe Durchfahrt führt zwischen dieser Untiefe und Green-Eiland durch. Man bleibt in der Mitte dieser Durchfahrt, wenn Kap South (Bulls-Bucht) in der Richtung rw. 19° (mw. NO$^1/_4$O) eben durch Gull-Eiland verdeckt wird.

Von der Bearcove-Huk erstreckt sich ein teilweise trocken liegendes Felsenriff $^1/_4$ Sm weit nach Süden.

Mobile-Bucht,

südwestlich von der Witless-Huk, erstreckt sich $1^1/_2$ Sm weit nach Nordwesten, bietet aber keinen guten Ankerplatz. Eine Niederlassung ist vorhanden.

Toad-Bucht,

eine kleine Bucht etwa $1^1/_2$ Sm südlich von der Mobile-Bucht, wird durch die Inseln Fox, Spear und Pebble geschützt. Die beiden letzten fallen unter Wasser steil ab, dagegen liegt rw. 15° (mw. NO$^1/_8$N), $^1/_4$ Sm vom Südende der Insel Fox, die Fox-Klippe 7.3 m (4 Fad.) unter Wasser. Fischerfahrzeuge ankern in der Bucht, die aber infolge ihrer offenen Lage nur bei gutem Sommerwetter sicher ist. Fischer haben sich an der Bucht niedergelassen.

Great-Eiland, ein unbewohntes Eiland 3 Sm südsüdwestlich von Green-Eiland, ist 91 m (300′) hoch und trägt drei Hügel. Die Inseln Great, Spear und Pebble kann man an jeder Seite passieren.

Broyle-Hafen.

Dieselben Quellen und Karten wie für die Witless-Bucht S. 398. Außerdem Brit. Adm-Krt. Nr. 376, Broyle harbour to Renewse harbour, including St. Michaels cove, Ferryland harbour, Aquafort harbour and Fermeuse harbour.

Broyle-Hafen, eine in westlicher Richtung $3^3/_4$ Sm lange Förde, liegt etwa 7 Sm südlich von der kleinen Toad-Bucht. Die Einfahrt nach der Förde ist zwischen Kap Brigus im Nordnordwesten und der Nordhuk von Kap Broyle im Südsüdosten

1.7 Sm breit. Die Förde ist offen nach Osten und bietet nur bei gutem Wetter sicheren Ankerplatz.

Landmarken. Kap Neddick, $2^1/_2$ Sm südsüdwestlich von Great-Eiland, ist ein breiter steiler Abhang von 79 m (260') Höhe. $2^3/_4$ Sm südlich von Kap Neddick am Brigus-by-South-Hafen steht eine Kirche, die von See aus zu sehen ist. Kap Broyle ist ein auffälliges, bewaldetes Vorland, das steil zu 169 m (553') Höhe ansteigt. An der Nordseite von Broyle-Hafen, nahe bei seinem innersten Ende, steht eine Kirche.

An- und Einsteuerung. Von Norden kommend meide man bei schwerem Wetter die Offer-Klippe, die rw. 163° (mw. SzW$^1/_8$W), $1^3/_4$ Sm von Kap Neddick, 11 m (6 Fad.) unter Wasser liegt. Von Süden kommend meide man die Klippen Old Harry und Horse mit 3.3 m (11') und 9.1 m (5 Fad.) Wasser darüber. Old Harry liegt rw. 111° (mw. SO$^1/_2$S) $^1/_2$ Sm, die Horse-Klippe liegt rw. 63° (mw. O$^1/_8$S) $4^1/_2$ Kblg von der Nordhuk Kap Neddicks. Man bleibt südöstlich von der Old Harry-Klippe, wenn man die Episcopal-Kirche von Ferryland in der Richtung rw. 225° (mw. WSW$^5/_8$W) südlich frei hält von den Stone-Inseln, die dicht vor dem südlichen Ausläufer Kap Broyles liegen.

Im Broyle-Hafen, rw. 262° (mw. WNW$^1/_8$W), $^1/_2$ Sm von Kap Admiral an der Nordseite des Hafens, liegt das Saturday-Riff 1.8 m (6') unter Wasser. Man bleibt südlich davon, wenn man Kap Brigus in der Richtung rw. 78° (mw. OSO$^1/_2$O) gut südlich frei hält vom Kap Admiral. Weiter drinnen im Hafen, oberhalb einer Stelle, wo die Schiffe gewöhnlich ankern, rw. 271° (mw. NWzW$^3/_8$W) 6 Kblg von der Carrier-Huk, liegt die Harbour-Klippe 3.7 m (12') unter Wasser.

Eis. Siehe weiter hinten unter Ferryland-Hafen S. 400.

Tiden. Die Hafenzeit für Broyle-Hafen ist 7^h 20^{min}, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.7 m ($5^1/_2$'), die Nipphochwasserhöhe 1.1 m ($3^1/_2$').

Ankerplatz. Gewöhnlich ankern die Schiffe in der Admirals-Bucht auf 20 m (11 Fad.) Wasser über Schlick. Besser geschützt liegt man jedoch oberhalb der Carrier-Huk, wo man auf 12.8 m (7 Fad.) Wasser über Schlick ankern kann.

Die Umgebung des Hafens ist fruchtbar, Kühe, Schafe und Ziegen werden von den Bewohnern gezüchtet. Schneehühner können in der Jagdzeit erlegt werden.

Wasser kann man einem Wasserfall in der Spout-Bucht entnehmen, die nordwestlich von der Carrier-Huk liegt.

Caplin-Bucht,

an der Südseite von Kap Broyle, erstreckt sich etwa 2 Sm nach Westnordwesten. Sie ist offen nach Osten, ist aber frei von Untiefen und hat gut haltenden Grund. In der Einfahrt zwischen dem südlichen Ausläufer von Kap Broyle im Nordosten und der Coldeast-Huk im Südwesten liegt Goose-Eiland. Es ist 21 m (70') hoch und fällt unter Wasser steil ab, außer an seiner Nordseite, wo 47 m davor zwei Klippen liegen, die überflutet werden. Die nördlich und südlich von Goose-Eiland in die Bucht führenden Durchfahrten sind 4 Kblg breit. Westlich von Goose-Eiland und östlich von den Untiefen bei der Coldeast-Huk fährt man entlang, wenn man die Hares Ears-Klippen in der Richtung rw. 157° (mw. S$^1/_2$W) östlich frei hält vom Bois-Eiland. Bois-Eiland liegt nordnordwestlich von Kap Ferryland, die Hares Ears-Klippen sind zwei eigentümlich geformte Schieferklippen, die vom südwestlichen Teil Kap Ferrylands durch eine schmale Bootsdurchfahrt getrennt sind.

Ferryland-Hafen.

Dieser kleine, aber leicht anzulaufende Hafen liegt südlich von der Coldeast-Huk. Er hat sicheren Ankerplatz und der Grund hält gut, außer bei starken östlichen Stürmen, wo beträchtliche Dünung in den Hafen hineinsetzt zwischen den kleinen Felseninseln durch, die sich von Bois-Eiland nach der Coldeast-Huk hinstrecken. Die Einfahrt in den Hafen zwischen Bois-Eiland und Kap Ferryland ist nur 1 Kblg breit. Innerhalb der Einfahrt wird der Hafen aber 2 Kblg breit.

Kap Ferryland ist 38 m (125') hoch und mit dem Festlande durch eine schmale Landzunge verbunden.

Eis. Ferryland-Hafen friert gewöhnlich in den ersten zehn Tagen des Februar zu. Manchmal friert es nur einen Tag; denn bei steifen westlichen Winden bildet sich nie Eis. Südwestliche und südliche Winde brechen das Eis auf und treiben es aus dem Hafen. Treibeis hält sich manchmal bis zum 20. Juni. Bei nördlichen Winden füllt sich der Hafen mit Treibeis, das aber wieder hinaustreibt, sobald der Wind südwestlich holt. Das Nordeis treibt etwa am 23. Februar an und verschwindet wieder ungefähr am 6. April. In der Bulls-Bucht und in den Häfen Broyle, Aquafort, Fermeuse und Renewse erscheint und verschwindet das Eis ungefähr zur selben Zeit wie im Ferryland-Hafen.

Leuchtfeuer. Siehe „Leuchtfeuer aller Meere“ 1914, Heft V, Titel VI.

Signalstelle. Der Leuchtturm auf Kap Ferryland ist mit den internationalen Signalen ausgerüstet.

Tiden. Die Hafenzeit des Ferryland-Hafens ist $7^h\ 20^{min}$, die Springhochwasserhöhe beträgt 1.7 m ($5^1/_2{}'$), die Nipphochwasserhöhe 1.1 m ($3^1/_2{}'$).

Einsteuerung. Beim Einlaufen bringe man die katholische Kirche, die südlichere der beiden Kirchen im innersten Ende des Hafens, in der Richtung rw. 273° (mw. NWzW$^1/_8$W) in die Mitte der Durchfahrt zwischen Kap Ferryland und Bois-Eiland, und steuere auf dieser Richtmarke in den Hafen hinein. Ist man innerhalb der Einfahrt, so steuere man etwas nördlicher, um die Untiefe vor dem Pool-Strande zu meiden.

Ankerplatz. Der beste Ankerplatz ist auf 18 m (10 Fad.) Wasser über Sand und Schlick auf der Linie von der Coldeast-Huk nach dem Pool-Strande zwischen den beiden Kirchen im innersten Ende des Hafens.

Dampfer kommen im Sommer und Herbst wöchentlich einmal von St. Johns nach Ferryland-Hafen. Postverbindung über Land mit St. Johns ist zweimal wöchentlich. Telegraphische Verbindung ist vorhanden.

Wasser ist im Ferryland-Hafen spärlich, jedoch von der Coplin-Bucht zu erhalten.

Aquafort-Hafen

ist eine schmale Förde, die sich westsüdwestlich von Kap Ferryland zwischen hohen, steilen Hügeln $2^1/_2$ Sm weit in westlicher Richtung erstreckt. 1.6 Sm westsüdwestlich von Kap Burns, dem südwestlichen Ausläufer von Kap Ferryland, liegt die nördliche Einfahrtshuk, von der aus sich einige unter Wasser steil abfallende Klippen $^1/_2$ Kblg weit nach Süden erstrecken. Zwischen diesen Klippen und dem 12 m (40′) hohen, unter Wasser steil abfallenden Spurwink-Eiland, das $^1/_4$ Sm südlich von den Klippen und $^1/_2$ Kblg vor der südlichen Einfahrtshuk liegt, ist die Einfahrt in den Aquafort-Hafen.

Hares Ears-Klippen s. unter Caplin-Bucht S. 399. Rw. 168° (mw. SzW$^1/_2$W), $1^1/_2$ Kblg von Kap Burns, liegen die Kap Burns-Klippen 4.6 m (15′) unter Wasser. Zwischen Kap Ferryland und der Aquafort-Hafeneinfahrt steigt Crow-Eiland zu 21 m (70′) Höhe an, und die Crow-Klippe, beinahe trocken bei Niedrigwasser, liegt rw. 120° (mw. SSO$^3/_4$O) 1 Kblg vom Ostende Crow-Eilands. Mitten zwischen der südlichen Einfahrtshuk von Aquafort-Hafen und Kap Black, 7 Kblg südöstlich davon, und 3 Kblg vor der Lawler-Bucht liegt eine Klippe bei Niedrigwasser in der Wasserlinie. Im Hafen, 110 m querab von der katholischen Kirche, die am Nordufer des Hafens steht, liegt eine kleine Klippe. Andere Untiefen scheinen im Hafen nicht vorhanden zu sein.

Eis s. unter Ferryland-Hafen S. 400.

Ankerplatz. Der Ankerplatz im Hafen ist gut. Man liegt sicher und gewöhnlich in schlichtem Wasser, wenn man querab von der kleinen, der äußeren Kapelle an der Nordseite des Hafens auf 16 m (9 Fad.) Wasser über Schlick ankert. Es setzt, außer bei starken östlichen Stürmen, nur geringe See oder Dünung den Hafen hinauf.

Oberhalb des Strandes im innersten Ende des Hafens liegt ein kleiner, tiefer Teich, in dem Fischerfahrzeuge überwintern.

Die Umgebung des Hafens ist fruchtbar und dicht bewaldet. Lachse und Forellen sind reichlich in den beiden Flüssen, die in den Hafen münden. Wasser kann man leicht bekommen.

Fermeuse-Hafen,

eine in der Einfahrt 2 Kblg breite und in westnordwestlicher Richtung $2^1/_2$ Sm lange Förde, liegt 2 Sm südlich von Aquafort-Hafen, hat einen bequemeren Ankerplatz als der Aquafort-Hafen und wird deshalb von Fischern bevorzugt.

Kap Bald, 8 Kblg südlich von Kap Black, ist ein auffälliges Höft von 27 m (90′) Höhe. 2 Kblg nördlich vom Nordende des Kaps liegen die Aquafort-Klippen bei Springhochwasser in der Wasserlinie, und rw. 209° (mw. SWzW$^1/_8$W) 2 Kblg vom Südostende Kap Balds, liegt die Clearcove-Klippe bei Hochwasser in der Wasserlinie.

Die Mad-Klippe, mit 1.2 m (4′) Wasser darüber, liegt $^1/_2$ Kblg vor der Südwestseite der Hafeneinfahrt, rw. 198° (mw. SW$^1/_8$W) von der nördlichen Einfahrtshuk. Man bleibt nördlich von dieser Klippe, wenn man Kap Blon-me-down an der Südseite des Hafens in der Richtung rw. 287° (mw. NW$^1/_8$N) nördlich frei hält von der Traces-Huk an der Südseite der Einfahrt. Die Bar-Untiefe, mit 2.7 m (9′) Wasser über felsigem Grund, liegt rw. 102° (mw. SO$^3/_8$O) von Kap Sheep, das nahe beim innersten Ende des Hafens liegt.

Eis s. unter Ferryland-Hafen S. 399.

Ankerplatz. Fischerfahrzeuge ankern wegen der Nähe der offenen See gewöhnlich in der Admirals-Bucht, die 6 Kblg westlich von der nördlichen Einfahrtshuk an der Nordseite der Förde liegt. Geräumigeren Ankerplatz findet man aber in der Kingman-Bucht, 1 Sm weiter drinnen an der Südseite der Förde. Der sicherste Ankerplatz ist oberhalb Kap Sheep, wo man auf 11 m (6 Fad.) Wasser über Schlick ankert.

Die Hauptniederlassung ist an den Ufern der Admirals-Bucht.

Wasser kann man an verschiedenen Stellen der Förde bekommen.

Renewse-Hafen

liegt etwa $2^1/_2$ Sm südlich von Fermeuse-Hafen und ist an der Einfahrt zwischen der nördlichen Einfahrtshuk und Kap Renewse 7 Kblg breit und in nordwestlicher Richtung 2 Sm lang. Der Hafen ist offen nach Osten und bietet selbst kleinen Schiffen nur leidlichen Ankerplatz. Im Sommer wird er jedoch häufig aufgesucht wegen seiner günstigen Lage in der Nähe der Fischgründe.

An- und Einsteuerung. Von Kap Southern an der Südseite der Einfahrt des Fermeuse-Hafens erstreckt sich die Küste 2 Sm weit in südwestlicher Richtung bis zur Sculpin-Huk. Mitten dazwischen schiebt sich von der Küste ein 12 m (40′) hohes Hochland 2 Kblg weit vor, dessen nördlichen Ausläufer die Bearcove-Huk bildet. Rw. 144° (mw. S$^5/_8$O) beinahe 2 Kblg von dieser Huk und 1 Kblg von der Küste liegt eine Klippe 5.5 m (3 Fad.) unter Wasser, und rw. 192° (mw. SW$^3/_8$S), 2 Kblg vom südlichen Ausläufer des Hochlandes liegt die Sunker-Klippe 1.2 m (4′) unter Wasser.

Rw. 165° (mw. SzW$^1/_4$W), etwa 2 Sm von Kap Renewse, ragen die Renewse-Klippen 1.8 m bis 3.0 m (6′ bis 10′) aus dem Wasser, und eine Klippe liegt $^1/_2$ Kblg ostsüdöstlich davon 1.8 m (6′) unter Wasser; auf all diesen Klippen brandet es bei stürmischem Wetter. Bei gutem Wetter kann man zwischen den Renewse-Klippen und dem Festlande durchfahren, bei stürmischem Wetter ist diese Durchfahrt aber nicht sicher. Etwa 1 Sm östlich von den Renewse-Klippen bleibt man, wenn man den Leuchtturm auf Kap Race in der Richtung rw. 213° (mw. SWzW$^1/_2$W) östlich frei hält vom Kap Ballard, das etwa $7^1/_2$ Sm südlich vom Kap Renewse liegt. Renewse-Eiland, eine niedrige Klippe, liegt etwa $^3/_4$ Sm südlich von Kap Renewse und ist durch eine schmale Bootdurchfahrt vom Festlande getrennt.

Bantam-Bänke heißen die Fischgründe, die $2^1/_2$ bis 5 Sm weit vor der Küste liegen zwischen der Bearcove- und der Burnt-Huk; diese Huk liegt $2^1/_2$ Sm südsüdwestlich von Kap Renewse. Die Bänke erstrecken sich bei etwa $^1/_2$ Sm Breite 5 Sm weit in südlicher Richtung, haben felsigen Grund und unregelmäßige Wassertiefen zwischen 16 und 55 m (9 und 30 Fad.). Fermeuse Bantam heißt die nördlichste Bank, sie liegt $2^1/_2$ Sm ostsüdöstlich von der Bearcove-Huk und hat 20 m (11 Fad.) geringste Wassertiefe. Südlich davon liegen Bullhead Bantam und Renewse Bantam.

Mit Ausnahme dieser Bänke ist längs der Küste zwischen St. Johns und Kap Ballard tiefes Wasser, 6 Sm vom Lande findet man schon 165 m (90 Fad.) und $^1/_2$ Sm von den Klippen vielfach noch 55 m (30 Fad.). Lotungen geben daher an

diesem Teile der Küste keinen sicheren Anhalt, immerhin ist es geboten, Reihenlotungen vorzunehmen und diese mit der Karte zu vergleichen, wenn man bei Nebel die Küste ansteuert. Bei südlichen oder leichten östlichen Winden kommt es unter Land und namentlich in Lee einer Huk oft vor, daß der Nebel plötzlich verschwindet und das Land deutlich sichtbar wird.

Zahlreiche Klippen liegen im Renewse-Hafen, so daß dieser bei stürmischem Wetter voller Brandung ist. Kettlebottom-Klippe, mit 1.8 m (6′) Wasser darüber, liegt rw. 0° (mw. NNO$^5/_8$O) 4$^1/_2$ Kblg von Kap Renewse, Whale-Klippe, mit weniger als 1.8 m (6′) Wasser darüber, liegt rw. 313° (mw. NzW$^5/_8$W) 1$^3/_4$ Kblg von der Kettlebottom-Klippe, und eine 5.5 m (3 Fad.)-Stelle liegt rw. 107° (mw. SO$^1/_8$S) 2 Kblg von der nördlichen Einfahrtshuk. 7 Kblg innerhalb von Kap Renewse ragt die Shag-Klippe 2.7 m (9′) aus dem Wasser, und westnordwestlich von ihr liegen die beiden Klippen White Horse und Black Horse und eine 3.7 m (12′)-Stelle. White Horse liegt 1.8 m (6′), Black Horse liegt 3.7 m (12′) unter Wasser. Die Anchor-Klippe ist 4.6 m (15′) hoch und liegt in rw. 279° (mw. NW$^5/_8$W) $^1/_2$ Sm von der nördlichen Einfahrtshuk, dicht vor einer Huk, auf der eine Flaggenstange steht.

Beim Einlaufen fahre man auf westnordwestlichem Kurse etwa 1 Kblg nördlich vom Kap Renewse entlang, um die Kettlebottom-Klippe weit genug an Steuerbord zu lassen. Dann fahre man an der Südwestseite des Hafens und südwestlich von der Shag- und der White Horse-Klippe und der 3.7 m (12′)-Stelle entlang.

Leuchtfeuer. Auf der Bearcove-Huk, etwa 3 Kblg rw. 186° (mw. SW$^7/_8$S) von ihrem nördlichen Außenende, in einer weißen, achtseitigen Laterne, auf einem weißen Hause mit schwarzem Streifen ist ein weißes, unterbrochenes Feuer mit Einzelunterbrechungen von 2,5 s Dauer, Schein 2,5 s, Wiederkehr 5 s, angezündet.

Bei Nebel oder unsichtigem Wetter werden dort mit einem Nebelhorn Gruppen von drei Tönen in folgender Anordnung gegeben:

Ton	1$^1/_4$ s,	Ton	1$^1/_4$ s,
kurze Pause	3 s,	lange Pause	1 m 20$^1/_4$ s,
Ton	1$^1/_4$ s,	Wiederkehr	1 m 30 s.
kurze Pause	3 s,		

Ankerplatz. Der beste Ankerplatz ist vor dem Dorfe. Man ankert hier auf 7.3 m (4 Fad.) Wasser über Sand, 1$^1/_2$ Kblg von der Anchor-Klippe.

Ein **Dorf** steht innerhalb der Anchor-Klippe am Nordostufer. Mehrere Kirchen sind vorhanden, sind aber von See aus nicht zu sehen.

Dampfer kommen von St. Johns im Sommer und Herbst wöchentlich einmal nach dem Hafen; Postverbindung über Land zweimal in der Woche.

Wasser kann man einem Bache im Dorfe entnehmen.

Chance-Bucht,

eine kleine, offene Bucht, etwa 10 Sm südsüdwestlich vom Renewse-Hafen, schneidet in nördlicher Richtung $^1/_2$ Sm weit in das Land ein und bietet Küstenfahrern bei nördlichen Winden Ankerplatz auf 7.3 m (4 Fad.) Wasser über Sand. Kiesstrand befindet sich im innersten Ende der Bucht, und eine Untiefe mit Sand- und Steingrund, auf der die See brandet, schützt die Boote und die Anlagen für den Fischereibetrieb. Eine kleine Fischerniederlassung ist an der Westseite der Bucht.

Etwa 4$^1/_2$ Sm westsüdwestlich von Kap Renewse steigt ein felsiger Gebirgsrücken, Red hills, zu 216 m (710′) Höhe an.

Kap Ballard, etwa 3 Sm nordnordöstlich von der Chance-Bucht, steigt jäh zu 88 m (290′) Höhe an und hat einen kahlen, runden Gipfel. Das Kap wird selbst bei Nebel von den Fischern erkannt, da der Nebel schwarz und dicht an seinen Seiten hängt. Das Wasser ist bis dicht an das Kap heran tief.

Kap Chance Cove, ein 46 m (150′) hohes Kap mit dunklen Schieferabhängen, liegt etwa 2 Sm südwestlich von Kap Ballard. Die 4.6 m (15′) hohe Black-Klippe liegt 1 Sm westsüdwestlich von Kap Chance Cove vor der Chance-Bucht.

An der felsigen und gebrochenen Küste, zwischen der Chance-Bucht und Kap Race, dem Südostende von Neufundland, liegen noch einige kleine Buchten, die sich aber nur bei gutem Wetter für Boote eignen.

Bemerkung. Mit dem Abschluß des 3. Teils wird die weitere Veröffentlichung der Arbeit »Die Häfen der britischen Kolonie Neufundland« vorläufig eingestellt.

Kleinere Mitteilungen.

Nimrod-Inseln und Dougherty-Insel. Nach einer Mitteilung in »The Geographical Review«, April 1916, hat das amerikanische Forschungsschiff »Carnegie«, das zur Zeit eine Untersuchung der magnetischen Verhältnisse zwischen dem 50. und dem 60. Breitengrade der südlichen Halbkugel ausführt und am 12. Januar 1916 in Süd-Georgien angekommen ist, eine erfolglose Nachsuche nach diesen Inseln gehalten. Da in den letzten Jahren auch von der »Discovery«, dem »Nimrod« und der »Terra Nova« nach den Nimrod-Inseln und der Dougherty-Insel vergeblich gesucht worden ist, seien die Nachrichten über die Inseln und die Versuche, sie wieder aufzufinden, hier kurz zusammengestellt.

Die Nimrod-Inseln wurden (nach Findlay, Directory for the South Pacific Ocean, 5. Ed. S. 325) zuerst von Kapt. Henry Eilbech mit dem Schiff »Nimrod« auf der Fahrt von Port Jackson nach Rio de Janeiro rund Kap Horn im Jahre 1828 in 56° 30′ S-Br., 158° 30′ W-Lg. gesichtet. Wahrscheinlich wurden sie nur in beträchtlicher Entfernung gesehen, aber zahlreiche Vögel und Tange sollen das wirkliche Vorhandensein bewiesen haben. Im Jahre 1831 suchte Biscoe die Inselgruppe vergebens, allerdings in einer anderen Position in 56° 3′ S-Br., 157° 50′ W-Lg.; das Wasser soll hier wie auf Bänken verfärbt gewesen sein, aber Lotungen wurden nicht ausgeführt. In Scott »Letzte Fahrt«, Bd. II, S. 315, berichtet Leutnant Pennell über die Heimreise der »Terra Nova« im Jahre 1913: „Das Schiff kam ungefähr 27 km im Norden der Stelle vorüber, wo auf der Karte die Nimrod-Gruppe verzeichnet steht. Hier machte es zwei Lotungen, die beide mehr als 3600 m Tiefe ergaben. Als Kapt. Davis im Jahre 1909 auf dem »Nimrod« (Shackleton-Expedition) heimkehrte, fuhr er gerade über die auf der Karte angegebene Stelle bei klarem Wetter hinweg, aber das Wetter machte alles Loten unmöglich. Entweder ist die Lage dieser Inselgruppe auf der Karte ganz verkehrt angegeben, oder, was wahrscheinlicher ist, die Inseln existieren überhaupt nicht." Der »Carnegie« gelangte infolge widriger Windverhältnisse nicht auf die Position, in der die Inseln liegen sollen, sondern stand 40 Sm nördlicher, ohne die Inseln zu sichten; Lotungen wurden nicht ausgeführt.

Dougherty-Insel wurde von Dougherty, Kapitän des Walfängers »James Stewart«, im Jahre 1841 gesichtet. Es schien eine Insel von 5 bis 6 Sm Länge zu sein, von NO nach SW verlaufend, mit einem Hügel am NO-Ende, niedrigem Land nach SW und einem dazwischen liegenden Tal, das mit Schnee und Eis bedeckt war. Der Abstand des Schiffes betrug etwa $^1/_4$ Sm, die Position war nur angenähert, 59° 20′ S-Br., 120° 20′ W-Lg. Da die Insel in der Folgezeit nicht wieder gesichtet wurde, nahm man zunächst an, daß es sich um die Sichtung eines Eisberges gehandelt hätte, bis ein neuer Bericht ihre Existenz zu beweisen schien. Im Jahre 1859 entdeckte Kapt. Keates auf der »Louise«, von Melbourne nach St. John unterwegs, eine runde Insel, etwa 80 Fuß hoch, von dunkler Farbe, an deren NW-Seite ein großer Eisberg auf Grund saß. »Nach der Erscheinung sah es aus, als sei das Eis dort angetrieben, da auch die vorwiegenden Winde aus NW waren.« Nach guten Beobachtungen war die Lage der Insel östlich von Kapt. Doughertys geschätzter Position in 59° 21′ S-Br., 119° 7′ W-Lg. Soweit die Angaben von Findlays Directory über diese Insel.

In »The Voyage of the Discovery« berichtet Kapt. Scott im Bd. II, S. 401, daß in der angegebenen Position von Dougherty-Insel 2318 Faden gelotet wurden. »Es war bemerkenswert klar, sowohl vor wie nach der Lotung, und wäre dort eine Insel in der Umgebung der angegebenen Position gewesen, hätten wir sie sicher gesehen. Der Grund für die Beibehaltung der Inselangabe auf der Karte, nachdem bewiesen ist, daß sie nicht in der angenommenen Position gefunden wurde, dürfte sein, daß der ursprüngliche Entdecker die Position sehr fehlerhaft berechnet haben mag, aber der Beweis gegen die Existenz von Dougherty-Insel ist jetzt zu stark, um diese Erklärung zu gestatten.«

Sehr eingehend war sodann die Nachsuche nach der Insel auf der Heimreise des »Nimrod« 1909, die in Shackletons Buch »21 Meilen vom Südpol«, Bd. II, S. 318 geschildert wird. Nachdem zuerst bei unsichtigem Wetter das Schiff über die Position hinaus nach Osten gegangen war, kehrte Kapt. Davis nach Westen zurück: »Gute Beobachtungen der Sterne bestätigten unsere Position mittags, von welcher nach Kapt. Doughertys Angaben die Insel 4 Sm weiter westlich liegen sollte. Doch bei klarem Wetter wurde vom Mastkorb kein Land gesehen. Ich hielt mich dann wieder an einen östlichen Kurs und um 4 Uhr nachmittags, als die Dunkelheit gerade einsetzte, kam ich auf eine Position, von der nach Kapt. Keates' Angaben die Insel 4 Meilen östlich liegen sollte, doch abermals kam nichts in Sicht. Um $4^1/_2$ Uhr fuhren wir über die Position hinaus und hielten uns ostwärts auf 59° 21′ S-Br. entlang, konnten aber nirgends Landmarken feststellen. Gerade in dieser Region trafen wir auf unserer Durchfahrt Eis an, und ich bin zu der Ansicht geneigt, daß die Dougherty-Insel weggeschmolzen ist. Obwohl ich nicht behaupten will, daß diese Inseln nicht existieren, so kann ich doch der zuversichtlichen Meinung Ausdruck geben, daß sie nicht auf der angegebenen Position oder irgendwo in deren Nähe liegen.«

Die Nachsuche des »Carnegie« hatte das gleiche Ergebnis. Das Schiff war am 25. Dezember 1915 in der Nähe der für die Insel angegebenen Position, und der Kapitän ging selbst jede halbe Stunde in den Auslug, ohne jedoch etwas von Land entdecken zu können. Da die Insel mit einer Höhe von 80 Fuß auf etwa 30 Sm Entfernung hätte gesichtet werden können, so scheine es höchst wahrscheinlich, daß die Insel nicht vorhanden ist. Zur Erklärung dieser und ähnlicher Vortäuschungen von Land berichtet der »Carnegie«, daß sie selbst durch einen Eisberg, der zuerst für eine dunkle Felseninsel angesprochen wurde, getäuscht wurden; der Eindruck der dunklen Farbe wurde durch besondere Reflexion des Lichts von den Eiswänden hervorgerufen. Außerdem sei immer die Möglichkeit einer Luftspiegelung vorhanden, auch auf der Fahrt des »Carnegie« wurde ausgedehntes Land in der Richtung gesichtet, in welcher sich 190 Sm entfernt Banks Halbinsel, der südlichste Punkt von Neu-Seeland, befand.

Der Bericht in »The Geographical Review« führt an, daß auf neueren amerikanischen Karten bei der Nimrod-Gruppe und Dougherty-Insel die Bezeichnung »Position doubtful« in »existence doubtful« geändert worden ist, und daß auf der neuen Ausgabe der Tiefenkarte von Monaco die Inseln gänzlich verschwunden sind, während sie auf der ersten Ausgabe noch verzeichnet waren. Wenngleich man mit der Tilgung einer früher gesichteten Insel von der Seekarte vorsichtig sein muß, wie uns die Wiederauffindung der Bouvet-Insel gelehrt hat (vgl. Ann. d. Hydr. usw. 1899, S. 276), so erscheint es in diesem Fall doch ziemlich ausgeschlossen, daß die Nimrod-Gruppe und die Dougherty-Insel wirklich vorhanden sind, da anderenfalls eines der vielen Schiffe, die Nachsuche nach den Inseln gehalten haben, wahrscheinlich die Inseln wieder in Sicht bekommen hätte.

Br.

Neuere Veröffentlichungen.

Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Tabellarische Übersicht über langsame Hochdruckwanderungen seit 1910. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 5.

Über einen möglichen Zusammenhang gewisser Witterungsvorgänge mit der radioaktiven Emanation des Erdbodens. E. Bandl. »Phys. Ztschr.« 1916, Nr. 10.

Die jährliche Periode des Luftdruckes an der deutschen Seeküste. A. Thraen. »Das Wetter« 1916, Hft. 5.

Winddrehung, Windgeschwindigkeit und Lufttransport. (D. Met. Ges., Berliner Zweigverein.) R. Süring. »Die Naturwissenschaften« 1916. Hft. 25.
Messung der Vertikalgeschwindigkeit an Wolken. W. Schmidt. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 5.
Mededeelingen van de Afdeeling Oceanographie en Maritieme Meteorologie van het Meteorol. Instituut. Cyclonale storing bij Madagaskar 28. en 29. Januari 1916. »De Zee« 1916, Nr. 6.
Über den Windeinfluß bei Niederschlagsmessungen. W. Schmidt. »Das Wetter« 1916. Hft. 5.
Über den Anteil des Wasserdampfes bei der Schwächung der Sonnenstrahlung in der Atmosphäre der Erde. A. Defant. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 5.
Messungen an Glorien und Nebelbogen auf dem Sonnblick. W. Schmidt. Ebenda.
Über einen bemerkenswerten Blitzschlag. K. Eiler. »Elektrotechn. Ztschr.« 1916, Hft. 24.
W. N. Shaw over »Schijn in het wezen der bovenlucht«. »Hemel en Dampkring« 1916. April.
Aerography, The science of the structure of the atmosphere. A. McAdie. »The Geogr. Review, New York« 1916, April.

Meeres- und Gewässerkunde.

Overzicht der Ijswaarnemingen langs de Noordzee-en Zuiderzeekusten en mondingen der groote rivieren 1915—16. P. H. Gallé. »De Zee« 1916, Nr. 6.

Physik.

Über die Abhängigkeit des Transmissionskoeffizienten der Strahlung durch die Erdatmosphäre von der Wellenlänge. E. Kron. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 5.
Stationäre Bewegungsfelder. H. V. Sverdrup. Ebenda.
Die Helligkeit des Himmels und der Minimalwert der Solarkonstante. Ebenda.
The auroras of Iceland. F. B. Arngrimsson. »Scientif. Americ.« 1916, April 15.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Gyro-Kompassen. J. T. A. J. Bruinsma. »Marineblad« 1916, Nr. 1.
Der Kompaß in der Entwicklung unserer Kultur. A. Nippoldt. »Das Weltall« 1915/16, Hft. 5/6.

Astronomie, terrestrische und astronomische Navigation.

Funkentelegraphie zur Aufnahme von Nebelsignalen. O. Keller. (In ungar. Sprache.) »A. Tenger« 1916, Juni.
Radio-seintoren op het draadloos station North Truro (Cape Cod. Massachusetts). »De Zee« 1916, Nr. 6.
Het gebruik van olie bij slecht weder. C. F. Smith. Ebenda.
Afstandbepaling op zee door hoogtemeting van bergtoppen. H. C. Ykema. Ebenda.
Poolster's breedtepunt met de streektafel. F. T. A. Cedee. Ebenda.
Hoogtelijn door azimuthaalpunt. W. Cornelis. Ebenda.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Die Verstärkung des Deichschutzes an der Nordsee und in den Strommündungen. A. v. Horn, »Zentralbl. d. Bauverwaltg.« 1916, Nr. 48.
Der Schleusensee vom Washingtonsee zum Puget-Sund. Eger. Ebenda, Nr. 41.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Roald Amundsens neues Polarschiff. »Die Yacht« 1916, Nr. 22.

Handelsgeographie und Statistik.

Handels- und Schiffahrtsbericht der Kaiserlichen Gesandtschaft in Bangkok für 1914/15: Siam. »Deutsch. Handelsarch.« 1916, Mai.
Handelsbericht für 1914: Nanking. Ebenda.

Verschiedenes.

Der Unterricht der Geschichte des Meeres. A. Márki. (In ungar. Sprache.) »A. Tenger« 1916. Juni.
Zur Erinnerung an die Gradmessung des Snellius. O. Krimmel. »Geogr. Anzeiger« 1916, Hft. 6.
Die künftigen nationalen Funkentelegraphen-Weltnetze. R. Hennig. »Prometheus« 1916, Nr. 39.
Die wirbelige Fließbewegung und das Voreilen treibender Schiffe. E. Beyerhaus. »Zentralbl. d. Bauverwaltg.« 1916, Nr. 45.
Nederlandsch Historisch Scheepvaartkundig Museum te Amsterdam. »De Zee« 1916, Nr. 6.

Die Witterung an der deutschen Küste im Mai 1916.

(Amtlich)

In seinen Monatswerten kennzeichnete sich der Monat Mai bei meist etwas zu niedrigem Luftdruck und im ganzen ziemlich gleichmäßig auf den Horizont verteilten Windrichtungen als ziemlich warm und im Westen als etwas zu trüb, dagegen im Osten als teilweise zu heiter; die monatlichen Niederschlagsmengen blieben teils über, teils unter den vieljährigen Werten, und das gleiche gilt von den aufgezeichneten Windgeschwindigkeiten, soweit Mittelwerte zum Vergleich herangezogen worden sind.

In bezug auf das Vorkommen von Tagen mit Regenfällen war das Wetter sehr veränderlich. An der ganzen Küste waren bis auf vereinzelte und geringfügige Niederschläge trocken zehn Tage, der 1., 4., 5., 13., 16. bis 20. und 24. Regenfälle traten in größerer Ausdehnung ein am 2. an der Nordsee, 3. von der Elbe bis Pommern, 6. ostwärts bis Pommern, 7. ostwärts bis zur Elbe, 8. ostwärts bis Pommern, 9. an der ganzen Küste, 10. ostwärts bis Pommern, 11. an der ganzen Küste, 12. von Rügen ostwärts, 14. ostwärts bis Pommern, 15. an der ganzen Küste, 21. an der Nordsee und östlichen Ostsee, 22. ostwärts bis Pommern, 23. an der Ostsee, 25. ostwärts bis zur Oder, 26. an der Nordsee, 27. und 28. ostwärts bis Pommern, 29. und 30. ostwärts bis Mecklenburg und am 31. an der westlichen Ostsee. Heiteres Wetter wurde in größerer Erstreckung beobachtet am 1. an der ganzen Küste, am 2. an der Ostsee, 4. an der ganzen Küste, 5. an der Ostsee, 7. von der Elbe bis Rügen, 13. an der Nordsee, 14. an der östlichen Ostsee, 16. bis 20. ostwärts bis zur Oder, sowie vom 25. bis 30. an der östlichen Ostsee. Nebel trat nur ganz vereinzelt auf. Gewitter stellten sich in größerer Verbreitung ein am 3. an der Ostsee, 6. ostwärts bis Pommern, 7. an der östlichen Ostsee, 8. an der westlichen Ostsee, 21., 25. und 26. an der Nordsee, 27. ostwärts bis zur Oder, in der Nacht 28./29. über Rügen und Umgebung, sowie am 30. an der Nordsee von der Elbe nordwärts. Steife und teilweise stürmische Winde traten über größeren Gebieten auf aus westlichen Richtungen am 10. ostwärts bis Mecklenburg, am 11. von der Weser bis Pommern, am 16. an der Ostsee, sowie aus östlichen Richtungen am 29. über Rügen und Umgebung.

Nachdem am 1. Mai im Bereiche eines über die Nordsee südostwärts nach Deutschland reichenden Hochdruckgebiets trockenes Wetter geherrscht hatte, brachte ein am Abend dieses Tages über Frankreich gelegener Ausläufer eines vor dem Kanal heranziehenden Tiefdruckgebiets, der bis zum 4. nordostwärts nach Skandinavien fortschritt, für den 2. und 3. angegebenen Regenfälle, die an der Ostsee weit verbreitet mit Gewitter auftraten. Schon am Morgen des 4. zeigte sich ein neuer Tiefausläufer über Frankreich; zwischen diesem und dem vorangehenden aber erstreckte sich ein flacher Hochdruckausläufer nordwestwärts nach der Nordsee, der am 4. trockenes Wetter herbeiführte, und dieses erhielt sich noch am 5. auf der Vorderseite des nordostwärts vordringenden neuen Tiefausläufers, der bis zum 5. nach dem Skagerrak zog und eines in ähnlicher Richtung nachfolgenden Tiefausläufers; bei schwachen südlichen, aus dem Inland wehenden Winden und vorwiegend heiterem Himmel stellten sich am 5. und 6. die höchsten Temperaturen des Monats ein. Indem sich diese Ausläufer des über dem Ozean liegenden Tiefdruckgebiets weiter ostwärts über Continentaleuropa ausbreiteten, stellten sich mit ozeanischen Winden am 6. Regenfälle ein, und diese traten dann bis zum 11. täglich an der Nordsee und teilweise an der Ostsee auf, da vom 7. bis 9. ein neuer Tiefausläufer von Südfrankreich über Deutschland nach dem Süden der Ostsee und Südschweden vordrang und ein vierter am 10. und 11., teilweise von stürmischen Winden aus westlichen Richtungen begleitet, vom Kanal her durch Norddeutschland nach dem Süden der Ostsee nachfolgte.

Der letztgenannte Tiefausläufer löste sich von dem ozeanischen Tiefdruckgebiet ab und trat in Verbindung mit einem Tiefdruckgebiet über Rußland; in seinem Rücken drang ein Hochdruckgebiet von Frankreich vor und trat in Verbindung mit einem über dem hohen Norden lagernden Hochdruckgebiet; auf

der Vorderseite des so entstandenen Hochdruckgebiets, das sich am 12. und noch am Morgen des 13. vom Eismeer über Skandinavien nach Deutschland erstreckte, setzten an der Küste zunächst ziemlich lebhafte Winde nördlicher Herkunft ein, die an diesen Tagen meist die niedrigsten Temperaturen des Monats bewirkten. Im übrigen brachte das Hochdruckgebiet, nachdem die östliche Ostsee noch am 12. Regenfälle gehabt hatte, am 13. trockenes Wetter für die ganze Küste.

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers	Luftdruck, 700 mm +						Lufttemperatur, °C.					Zahl der	
	Mittel		Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br.										
	red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom 30j. Mittel	Max.	Dat.	Min.	Dat.	8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom 15j. Mittel	Frosttage (Min. < 0°)	Eistage (Max. < 0°)
Borkum . . . . . 7.7 m	60.3	—1.0	75.1	19.	45.9	5.	11.8	13.7	14.7	12.6	+1.9	0	0
Wilhelmshaven . 8.5	60.5	—0.9	73.0	19.	45.5	5.	11.4	14.8	12.2	12.0	+1.0	0	0
Keitum 8.4	60.0	—1.1	71.2	19.	45.7	6.	10.7	12.9	10.4	10.8	+0.4	0	0
Hamburg 26.0	60.6	—0.6	70.3	18.	47.1	5.	11.2	15.4	13.5	12.9	+1.2	0	0
Kiel 47.2	60.6	—0.5	70.4	18.	47.9	6.	10.6	13.8	11.2	11.3	+1.0	0	0
Wustrow 7.0	60.4	—0.6	69.7	20.	48.2	6.	11.3	14.0	11.7	11.7	+1.1	0	0
Swinemünde. . . 10.0	60.6	—0.6	68.9	18.	50.7	6.	12.2	15.5	12.2	12.5	+1.7	0	0
Rügenwaldermünde 6.9	60.6	—0.5	68.2	20.	52.5	6.	11.0	13.6	10.9	11.0	+0.3	0	0
Neufahrwasser . 4.5	61.1	—0.1	68.6	20.21.	53.6	16.	11.3	13.2	10.5	10.8	+0.2	0	0
Memel 9.6	61.3	+0.4	68.2	21.	51.7	16.	11.6	14.5	10.5	11.0	+0.5	1	0

Stat.	Temperatur-Extreme						Temperatur-Änderung von Tag zu Tag			Feuchtigkeit				Bewölkung				
	Mittl. tägl.		Absolutes monatl.							Absolute Mittel mm	Relative, %							
	Max.	Min.	Max.	Tag	Min.	Tag	8h V	2h N	8h N		8h V	2h N	8h N	8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	14.9	9.0	25.1	5.	4.9	13.	1.7	2.2	2.3	8.4	79	71	79	6.0	6.0	6.5	6.2	+0.5
Wilh.	16.1	8.2	25.2	5.	4.0	12.	2.0	3.5	2.4	8.9	83	74	83	7.4	7.5	7.8	7.6	+1.9
Keit.	14.3	7.7	27.1	5.	3.5	13.	1.9	2.5	2.3	8.6	87	82	86	6.4	6.3	6.9	6.5	+1.0
Ham.	17.3	9.2	26.5	5.	4.0	13.	2.3	3.3	2.7	8.3	77	63	72	7.4	7.3	4.5	6.4	+0.4
Kiel	15.1	8.2	24.9	5.	3.4	2.	1.9	3.2	2.0	8.1	80	69	79	5.8	6.7	5.2	5.9	+0.1
Wus.	15.7	8.2	26.2	5.	3.6	13.	2.5	3.6	2.2	8.0	81	69	76	6.3	6.4	5.6	6.1	+0.3
Swin.	16.6	8.9	24.8	5. 6.	4.2	13.	2.3	4.0	2.7	7.7	72	55	73	5.8	5.1	4.5	5.2	—0.6
Rüg.	15.8	6.5	28.5	6.	0.8	14.	2.5	4.4	3.2	7.4	74	64	75	4.7	5.0	5.3	5.0	—0.1
Neuf.	14.7	6.8	26.3	6.	0.7	13.	2.5	3.6	3.2	7.0	67	62	72	4.6	5.1	4.2	4.6	—1.3
Mem.	15.7	6.4	25.7	6.	—0.3	21.	2.5	3.7	3.0	6.8	66	56	69	5.4	5.4	5.3	5.4	—0.2

Stat.	Niederschlag, mm ¹)						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit ²)			
	8h V – 8h N	8h N – 8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	mit Niederschlag > mm 0.2	1.0	5.0	10.0	K u. T	Sommer-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek. Mittel	Abw.	Sturmnorm	Daten der Tage mit Sturm
Bork.	23	23	46	+ 2	9	26.	13	11	3	0	4	1	4	11	—	—	12	—
Wilh.	42	43	85	+ 36	18	28.	17	17	5	2	5	1	2	15	4.7	—	12	keine
Keit.	31	28	59	— 16	14	9.	16	12	2	2	2	1	2	12	4.1	—	12	keine
Ham.	27	46	73	+ 22	20	9.	15	10	6	2	5	2	4	9	4.6	—0.5	12	6. 10.
Kiel	26	22	48	— 3	12	9.	14	8	4	1	1	0	2	10	3.9	—1.2	12	keine
Wus.	18	16	34	— 4	10	9.	11	7	3	1	1	1	2	7	—	—	12	—
Swin.	39	18	57	+ 10	20	12.	13	9	3	1	3	0	6	5	4.7	+0.1	10.5	keine
Rüg.	16	10	26	— 15	7	12.	11	6	1	0	4	2	9	10	4.8	—	15	keine
Neuf.	12	8	20	— 33	5	12.	10	6	1	0	2	2	9	8	4.4	—	12	keine
Mem.	22	17	39	+ 1	7	14.	12	8	5	0	3	1	2	7	5.0	—	12	keine

¹) Die Niederschlagswerte sind auf ganze Millimeter abgerundet.
²) Vgl. die Erläuterungen der Januar-Tabelle, »Ann. d. Hydr. usw.« 1905 S. 143.

Stat.	Windrichtung. Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	11	4	15	0	3	2	9	2	0	0	16	0	8	2	11	10	0	2.9	3.4	2.7
Wilh.	4	4	10	2	4	5	4	3	6	5	9	3	6	10	13	2	3	2.6	3.2	2.7
Keit.	8	3	6	2	2	10	6	3	3	5	6	8	4	6	14	5	2	2.9	3.1	2.9
Ham.	3	3	6	4	7	8	4	2	5	1	7	8	9	9	9	8	0	3.5	3.1	3.0
Kiel	4	0	12	6	4	6	3	2	9	4	11	1	5	4	20	1	1	2.9	3.3	2.7
Wus.	3	0	6	6	8	9	5	6	2	3	6	8	12	13	3	1	2	3.7	4.0	3.6
Swin.	11	2	15	0	8	5	15	0	2	4	6	4	5	8	5	3	0	3.5	4.0	3.1
Rüg.	5	7	10	10	6	7	1	7	5	3	10	3	12	4	3	0	0	3.4	3.8	3.1
Neuf.	8	4	11	7	6	0	4	3	11	7	4	5	7	1	0	12	3	2.8	3.8	2.8
Mem.	4	1	3	4	9	2	12	2	5	1	8	6	12	3	14	7	0	3.4	3.8	2.5

Erneute Regenfälle am 14. und 15. führte aber alsbald ein neuer Ausläufer des ozeanischen Tiefdruckgebiets herbei, der am 14. über der Nordsee heranzog, sich bis zum 15. über ganz Deutschland ausdehnte und unter Entwicklung eines ziemlich tiefen Teilminimums bis zum 17. nach Finnland fortschritt. In seinem Rücken breitete sich bis zum Morgen des 17. ein ostwärts vordringendes Hochdruckgebiet, begleitet von teilweise stürmischem Auffrischen der Winde an der Ostsee, über ganz Continentaleuropa und in einem Ausläufer über die Nordsee bis nach dem Nordmeer aus. Es folgte jetzt die größte Trockenzeit des Monats an der ganzen Küste vom 16. bis 20; bei vielfach heiterem Himmel war das Wetter dabei im ganzen kühl, da die Winde Luft aus nördlichen Breiten herbeiführten.

Nachdem vom 21. bis 23. wieder Regenfälle an Teilen der Küste unter dem Einfluß eines in östlicher Richtung über Skandinavien fortschreitenden Tiefdruckgebiets und eines am 22. und 23. Nordwestdeutschland nordostwärts durchziehenden Tiefausläufers eingetreten waren, führte ein am 24. wieder vom hohen Norden vorübergehend nach Norddeutschland reichendes Hochdruckgebiet an diesem Tage zum letzten Mal im Monat überall trockenes Wetter herbei. Vom 25. bis 30. hatte die Nordsee täglich und meist auch ein Teil der Ostseeküste, und am letzten Tage noch die westliche Ostsee, Regenfälle. Diese Tage vom 25. bis 31. Mai zeigten ein Hochdruckgebiet über Nordosteuropa und ein anderes über der Biscayasee, dieses meist über Frankreich und wohl teilweise bis Großbritannien ausgebreitet, und zwischen beiden, in wechselndem Umfang, von der Nordsee südostwärts ausgedehnt eine Fortsetzung des über dem Ozean lagernden Tiefdruckgebiets, die meist ganz Deutschland umfaßte und im einzelnen mehrfache Wandlungen, besonders die Entwicklung von Teilminima, aufwies. Die Winde waren in dieser Zeit meist schwach und wehten an der Nordsee aus sehr veränderlichen Richtungen, an der Ostsee aber, mit Ausnahme des letzten Tages, ganz überwiegend aus östlichen Richtungen.

Druck und Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei, Berlin SW, Kochstraße 68–71.

Die Eisverhältnisse an den deutschen Küsten im Winter 1915/16.

(Amtlich)

In dienstlichem Auftrage bearbeitet von Kapt. G. Reinicke.

(Hierzu Tafel 12.)

Im Kriegswinter 1915/16 sind außer den täglichen Eis-Telegrammen der Küstenbezirksämter Wilhelmshaven und Kiel von 20 Beobachtungsstellen an der Nordsee und 28 Beobachtungsstellen an der Ostsee Monatsberichte über die Eisverhältnisse an die Deutsche Seewarte gesandt worden. Aus diesen Berichten, die nicht, wie im Frieden, mit den Wetterberichten täglich oder als Monatsberichte veröffentlicht worden sind, ist die Übersicht über die Eisverhältnisse des ganzen Winters in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Die von Behörden der Uferstaaten gütig zur Verfügung gestellten Berichte haben dabei als Ergänzung gedient.

Die Verschiedenheit der Eisverhältnisse beruht zum Teil auf der bekannten, nach Tafel 12 auch im verflossenen Winter bestätigten Erscheinung, daß die Zahlen der Frosttage von Westen nach Osten hin zunehmen, sie ist zum Teil aber von Temperaturunterschieden unabhängig und hat andere Ursachen. Wenn z. B. die Spalte »Frisches Haff bis Königsberg« 97 Tage mit Schluß der Dampfschiffahrt, die Spalte »Seekanal« gleich daneben aber keinen einzigen solchen Tag zeigt, wiewohl beide Gewässer zum Teil zusammenfallen, so ist die Ursache davon der Verkehr und die Eisbrechertätigkeit im Seekanal; und wenn in der folgenden Spalte »Frisches Haff bis Elbing« als Summe aller Tage mit Eismeldungen nur die Zahl 63 erscheint, wiewohl die vorhergehenden Spalten aus dem Frischen Haff die Zahlen 116 und 110 aufweisen, so muß man das dem Überwiegen südöstlicher bis südwestlicher Winde zuschreiben, die das Eis in den nördlichen Teil des Haffs getrieben haben, denn die Zahl der Tage mit Frost dürfte auf allen Teilen des Haffs nahezu dieselbe sein, und auch der Verkehr auf dem Frischen Haff bis Elbing unterscheidet sich vom Verkehr auf dem Frischen Haff bis Königsberg (wenn man vom Seekanal absieht) nicht so wesentlich, daß sich die vollständig verschiedenen Eisverhältnisse dadurch erklärten. Immerhin sind die Eisverhältnisse in den Ostseegewässern verhältnismäßig einfach und hauptsächlich vom Frost, vom Winde und vom Verkehr abhängig, an der Nordsee werden sie durch die Tiden außerordentlich viel verwickelter, und namentlich für den Seemann, der in einem strengen Winter von See aus einen Nordseehafen anlaufen muß, sehr viel schwerer zu beurteilen. Glücklicherweise sind aber die Winter an der Nordsee vielfach sehr milde.

Die Temperaturverhältnisse des Winters 1915/16

zeigt die folgende Tabelle der Abweichungen von den Mitteltemperaturen für Borkum, Keitum, Rügenwaldermünde und Memel. Die mit + bezeichneten Werte liegen über, die mit — bezeichneten Werte liegen unter den langjährigen Mittelwerten.

Monate	Borkum	Keitum	Rügenwalder-münde	Memel
November 1915	— 1.3	— 1.7	— 1.0	— 1.4
Dezember »	+ 1.4	— 0.3	+ 0.5	— 0.9
Januar 1916	+ 5.0	+ 4.2	+ 3.9	+ 3.1
Februar »	+ 0.7	+ 0.6	+ 1.0	+ 1.6
März »	— 0.2	— 0.6	+ 1.6	+ 1.0
April »	+ 1.1	+ 1.2	+ 1.5	+ 2.2

Danach war der November allerdings verhältnismäßig kalt; aber schon im Dezember lagen die Mittelwerte, mit Ausnahme desjenigen von Keitum, über den langjährigen Mittelwerten, und im Januar und Februar war dies erst recht

Fortsetzung des Textes auf S. 412.

Tabelle I.

Ostsee. **Übersicht über die Eisverhältnisse an den deutschen Küsten.** Winter 1915/16.

Zahl der Tage

Nr.	Ort	1. mit Eis ohne Behinderung der Schiffahrt	2. mit durch Eis erschwerter Segelschiffahrt	3. mit Schluß der Segelschiffahrt	4. mit Schluß der Dampfschiffahrt	5. an denen Eisbrecher tätig waren	6. Summe aller Tage, an denen Eismeldungen vorliegen	7. Erste Eismeldung	8. Letzte Eismeldung
1	Memel, See	33	10	16	0	0	59	1. XII. 15	28. III. 16
2	Memel, Revier	5	1	9	0	0	15	2. XII. 15	30. I. 16
3	Brüsterort	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Pillau, Hafen	55	9	1	0	6	65	29. XI. 15	14. III. 16
4a	Pillau, Seekanal	23	0	87	0	75	110	28. XI. 15	18. III. 16
5	Frisches Haff bis Königsberg	0	3	16	97	0	116	28. XI. 15	22. III. 16
6	Frisches Haff bis Elbing	4	19	40	0	0	63	27. XI. 15	2. III. 16
7	Neufahrwasser bis Danzig	5	6	0	0	0	11	22. XII. 15	21. II. 16
8	Hela	—	—	—	—	—	—	—	—
9	Rixhöft	0	0	3	0	0	3	28. XI. 15	30. XI. 15
10	Stolpmünde	0	3	0	0	0	3	24. XII. 15	26. XII. 15
11	Kolberg, Hafen	3	2	0	0	0	5	28. XI. 15	24. XII. 15
12	Swinemünde, Hafen	12	6	5	0	4	23	28. XI. 15	11. III. 16
13	Stettiner Haff bis Stettin	1	4	15	0	18	20	1. XII. 15	3. I. 16
14	Greifswalder Oie	1	2	5	0	3	8	21. II. 16	29. II. 16
15	Thiessow {östl. Einf. in d. Bodden bis Stralsund}	3	2	6	2	0	11	21. XII. 15	2. II. 16
16	Arkona	—	—	—	—	—	—	—	—
17	Wittower Posthaus, Fahrwasser	3	2	9	0	0	14	29. XI. 15	31. XII. 15
18	Barhöft {nördl. Einf. in d. Bodden bis Stralsund}	16	9	15	0	2	40	1. XII. 15	29. II. 16
19	Darßerort	2	0	0	0	0	2	22. XII. 15	23. XII. 15
20	Warnemünde bis Rostock	2	11	7	0	0	20	30. XI. 15	2. III. 16
21	Fahrwasser nach Wismar	0	3	13	—	8	16	28. XI. 15	27. XII. 15
22	Travemünde bis Lübeck	2	3	0	0	0	5	23. XII. 15	31. XII. 15
23	Marienleuchte	—	—	—	—	—	—	—	—
24	Westermarkelsdorf	—	—	—	—	—	—	—	—
25	Fehmarnsund	—	—	—	—	—	—	—	—
26	Kieler Hafen	—	—	—	—	—	—	—	—
27	Kaiser-Wilhelm-Kanal {bis Brunsbüttel}	—	—	—	—	—	—	—	—
28	Elder {von Rendsburg bis Hohner Fähre}	1	10	12	0	0	23	28. XI. 15	1. III. 16
29	Eckernförde, Hafen	—	—	—	—	—	—	—	—
30	Schleimünde bis Schleswig	2	4	6	0	0	12	1. XII. 15	31. XII. 15
31	Flensburger Außenförde	—	—	—	—	—	—	—	—
32	Flensburger Hafen	—	—	—	—	—	—	—	—
33	Sonderburg und Alsensund	2	0	0	0	0	2	20. II. 16	23. II. 16
34	Apenrade und Förde	2	6	1	0	0	9	21. XII. 15	6. III. 16
35	Aarösund und Kleiner Belt	—	—	—	—	—	—	—	—
36	Haderslebener Förde	—	—	—	—	—	—	—	—
37	Friedrichsort	—	—	—	—	—	—	—	—
38	Orbyhage	6	9	13	0	0	28	1. XII. 15	3. III. 16

Tabelle II.

Nordsee. **Übersicht über die Eisverhältnisse an den deutschen Küsten.** Winter 1915/16.

Zahl der Tage

Station	Nr.	1. mit Eis ohne Behinderung der Schiffahrt	2. mit durch Eis erschwerter Segelschiffahrt	3. mit Schluß der Segelschiffahrt	4. mit Schluß der Dampfschiffahrt	5. an denen Eisbrecher tätig waren	6. Summe aller Tage, an denen Eismeldungen vorliegen	7. Erste Eismeldung	8. Letzte Eismeldung
Ellenbogen, Seegebiet u. Listertief	52	1	0	5	0	0	6	3. XII. 15	28. XII. 15
Amrum, Schmaltief	53	—	—	—	—	—	—	—	—
Amrum, Vortrapptief	54	—	—	—	—	—	—	—	—
Husum, Hever	55	2	1	1	0	0	4	1. XII. 15	23. XII. 15
Tönning, Eider	56	0	9	—	6	—	9	22. XII. 15	1. III. 16
Neuwerk, Elbe bis Cuxhaven	59	—	—	—	—	—	—	—	—
Cuxhaven, sichtbares Elbegebiet	60	—	—	—	—	—	—	—	—
Cuxhaven, Hafen und Einfahrten	61	0	0	1	0	0	1	29. II. 16	29. II. 16
Brunsbüttelkoog, sichtb. Elbegebiet	62	0	4	4	0	0	8	25. XII. 15	4. III. 16
Brunsbüttelkoog, Kanaleinfahrt und Hafen	63	3	0	3	0	0	6	25. XII. 15	4. III. 16
Glückstadt, sichtbares Elbegebiet	64	4	5	1	0	0	10	23. XII. 15	29. II. 16
Brunshausen, sichtbares Elbegebiet	65	3	3	0	0	0	6	30. XI. 15	26. XII. 15
Altona, sichtb. Elbegebiet mit Hafen	66	6	2	0	0	0	8	29. XI. 15	26. XII. 15
Hamburg, sichtbares Elbegebiet mit Hafen	67	2	0	0	0	0	2	29. XI. 15	30 XI. 15
Harburg, sichtbares Elbegebiet mit Hafen	68	5	5	5	0	2	15	28. XI. 15	29. II. 16
Roter Sand, Wesermündung	70	—	—	—	—	—	—	—	—
Roter Sand, Alte Jade	71	—	—	—	—	—	—	—	—
Hoher Weg, sichtb. Wesergebiet	72	—	—	—	—	—	—	—	—
Bremerhaven, sichtb. Wesergebiet	73	2	0	0	0	0	2	29. XI. 15	30. XI. 15
Brake, sichtb. Wesergebiet m. Hafen	74	2	0	0	0	0	2	29. XI. 15	30. XI. 15
Bremen, sichtbares Wesergebiet mit Hafen	75	2	0	0	0	0	2	29. XI. 15	30. XI. 15
Helgoland	76	—	—	—	—	—	—	—	—
Jade	77	—	—	—	—	—	—	—	—
Wangeroog { Außenjade, Wangeroog. Fahrw.	78	—	—	—	—	—	—	—	—
Schillighörn, sichtb. Wesergebiet	79	3	0	0	0	0	3	28. XI. 15	30. XI. 15
Wilhelmshaven, Innenjade	80	—	—	—	—	—	—	—	—
Wilhelmshaven, Hafeneinfahrten	81	—	—	—	—	—	—	—	—
Wangeroog, Harle	83	—	—	—	—	—	—	—	—
Wangeroog, Watten	84	—	—	—	—	—	—	—	—
Norderney, Seegat	85	2	0	0	0	0	2	27. II. 16	28. II. 16
Norderney, Watten	86	—	—	—	—	—	—	—	—
Borkum, Hubertgat	88	—	—	—	—	—	—	—	—
Borkum, Westerems u. Riffgat	89	—	—	—	—	—	—	—	—
Borkum, Osterems	90	—	—	—	—	—	—	—	—
Borkum, Fischerbalje	91	—	—	—	—	—	—	—	—
Nesserland, vorliegendes Emsgebiet	92	2	0	0	0	0	2	29. XI. 15	30. XI. 15
Nesserland, Hafeneinfahrten	93	—	—	—	—	—	—	—	—
Belumerschanze	94	—	11	0	0	0	11	28. II. 16	2. III. 16

der Fall. Namentlich im Januar war die Temperatur im Zusammenhange mit vorwiegend westlichen Winden durchschnittlich außerordentlich hoch, so daß im allgemeinen der Winter milde (durchschnittlich zu warm) war.

Frostperioden traten in der Nordsee nur zwei auf; die eine vom 26./27. XI. bis in die ersten Dezembertage, die andere in den letzten Februar- und den ersten Märztagen. In der Ostsee zeigten sich ähnliche Temperaturschwankungen wie in der Nordsee, nur lagen sie durchschnittlich in Rügenwaldermünde etwa 3°, in Memel etwa 4° oder mehr tiefer als in der Nordsee, wodurch es in Rügenwaldermünde zu vier, in Memel sogar zu fünf Frostperioden kam.

Die Eisverhältnisse an der Nordseeküste

haben nur der Schiffahrt mit kleinen Seglern einige Schwierigkeiten verursacht; an 9 Tagen in Tönning, an 11 Tagen bei Belumerschanze. Die Dampfschifffahrt ist an der Nordsee nicht behindert gewesen.

Die Eisverhältnisse an der Ostseeküste.

a. An der schleswig-holsteinischen Küste

ist die Dampferfahrt, wie auch im Winter vorher, immer möglich gewesen. Die Segelschiffahrt ist aber zwischen Rendsburg und der Hohner Fähre und von Schleimünde bis Schleswig und in Apenrade und auf der Hadersleber Förde und in Orbyhage teils geschlossen, teils nur erschwert gewesen; am längsten zwischen Rendsburg und der Hohner Fähre, von wo 10 Tage mit erschwerter und 12 Tage mit geschlossener Segelschiffahrt gemeldet worden sind. Die erste Eisperiode lag zwischen dem 29. XI. und dem 7. XII., die zweite zwischen dem 21. und dem 31. XII. Später ist in diesen Gewässern kein nennenswertes Eis mehr aufgetreten.

b. Von Fehmarnsund bis zur Trave

sind keinerlei Eisschwierigkeiten gemeldet worden.

c. Die mecklenburgischen Gewässer und die Gewässer um Rügen bis Thiessow

haben erschwerte und zum Teil auch geschlossene Segelschiffahrt gehabt; am meisten gemeldet hat Barhöft von den nördlichen Einfahrten in den Bodden, mit 9 Tagen erschwerter und mit 15 Tagen geschlossener Segelschiffahrt. Die Frost- und Eisperioden haben hier schon etwas länger gedauert als an der schleswig-holsteinischen Küste, nämlich vom 29. XI. bis 8. XII. und vom 21. XII. bis 2. I. Hier hat auch leichtes loses Eis die Segelschiffahrt noch einmal vom 25. bis 29. II. erschwert.

d. Stettiner Haff und pommersche Küste.

Im Stettiner Haff hat Eisbrechertätigkeit an 18 Tagen stattgefunden, die Segelschiffahrt ist an 4 Tagen erschwert und an 15 Tagen geschlossen gewesen, die Dampfschiffahrt hat aber immer aufrechterhalten werden können. Ähnliche Verhältnisse haben im Hafen von Swinemünde stattgefunden. Aus anderen Orten der hinterpommerschen Küste sind keinerlei Eishindernisse gemeldet worden.

e. West- und ostpreußische Küste und Frisches Haff.

Von den preußischen Küsten und vom Hafen Neufahrwasser bis Danzig sind keine Eishindernisse gemeldet worden. Pillau hat nach den Meldungen aber 9 und Memel 10 Tage mit erschwerter Segelschiffahrt gehabt. Die Eisschwierigkeiten im Frischen Haff sind schon weiter vorn besprochen; sie sind durch Eisbrecher, die an 75 Tagen tätig gewesen sind, soweit überwunden, daß die Dampfschiffahrt im Seekanal bis Königsberg nicht geschlossen gewesen ist. Vom Kurischen Haff, abgesehen vom Fahrwasser bis Memel, gehen keine Meldungen bei der Deutschen Seewarte ein.

Druckgradient, Wind und Reibung an der Erdoberfläche.

Von H. U. Sverdrup.

1. Einleitung. Guldberg und Mohn nahmen an, daß die Reibungskraft in der Nähe der Erdoberfläche der Windgeschwindigkeit proportional und dem Winde entgegengesetzt gerichtet ist. Auf Grund dieser Annahme stellten sie ihre bekannten Bewegungsgleichungen der Luft in der Nähe der Erdoberfläche auf:

$$(1)\qquad \begin{aligned} j_n &= \alpha G \sin\psi - 2\,\omega \sin\varphi\, v \\ j_t &= \alpha G \cos\psi - k\, v \end{aligned}$$

Hier bedeuten v die Windgeschwindigkeit, α das spezifische Volumen de G den Druckgradienten, ψ den Ablenkungswinkel, ω die Rotationsgeschwindigkeit der Erde, φ die geographische Breite, j_n die Normal- und j_t die Tangentialbeschleunigung der Luftmasse und k den Reibungskoeffizienten. In einem rechtwinkligen Rechtssystem lauten die Gleichungen:

$$(2)\qquad \begin{aligned} \frac{d v_x}{d t} &= -\alpha \frac{\partial p}{\partial x} + \lambda v_y - k v_x \\ \frac{d v_y}{d t} &= -\alpha \frac{\partial p}{\partial y} - \lambda v_x - k v_y, \end{aligned}$$

wo t die Zeit, v_x und v_y die Komponenten der Geschwindigkeit und p den Druck bedeuten und $\lambda = 2\,\omega \sin\varphi$ ist.

Die Guldberg-Mohnschen Gleichungen fordern, daß bei unbeschleunigter Bewegung der Ablenkungswinkel unabhängig von der Windgeschwindigkeit und die Gradientkraft derselben proportional, also $\frac{v}{\alpha G}$ = konstant, sein soll. Wenn die Gleichungen richtig wären, so müßte diese Beziehung zwischen Gradientkraft und Wind im Mittel erfüllt sein und sich aus den Beobachtungen ableiten lassen. Über die Abhängigkeit des Ablenkungswinkels von der Windgeschwindigkeit liegen, soweit mir bekannt ist, keine allgemeinen Untersuchungen vor. Dagegen sind eine Reihe Untersuchungen über die Abhängigkeit des Verhältnisses $\frac{v}{\alpha G}$ von der Windgeschwindigkeit ausgeführt worden, deren wesentliche Ergebnisse in der Tabelle 1 zusammengestellt sind. Um die Übersicht zu erleichtern, sind die Werte von $\frac{v}{\alpha G}$ durch Interpolation für dieselben Werte der Windgeschwindigkeit bestimmt worden.

Tabelle 1.

$10^{-3}\,\frac{v}{\alpha G}$ als Funktion der Windgeschwindigkeit[1]).

	v m/sec.				
	4	6	8	10	12
Loomis[2]) für Amerika	3.1	4.0	4.7	5.3	5.8
Sprung[3]) « die deutsche Küste	3.3	3.7	4.0	4.2	.
Spindler[4]) « Libau	.	.	5.8	6.5	7.0
Wegemann[5]) « Land 45° N-Br.	5.2	5.5	5.7	5.8	5.9
Wegemann[5]) « Meer 45° N-Br.	6.1	6.2	6.3	6.4	6.4
Cl. Ley[6]) für Stonyhurst	3.5	3.4	3.4	.	.
Cl. Ley[6]) für Kew	3.8	3.7	3.6	.	.
Whipple und Baker[7]) « Kew	4.4	4.0	3.9	3.8	.
Kassner[8]) « Land	6.4	3.1	2.5	.	.
Kassner[8]) « Küste	.	.	7.8	4.7	3.7

[1]) Als Einheitssystem dient das Meter-Tonne-Sekunde-System (M. T. S.). [2]) Zeitschr. d. Öster. Ges. für Meteorol. 1875, S. 255. [3]) Studien über den Wind. II. Aus dem Archiv d. Deutsch. Seewarte. II. Nr. 2. Hamburg 1879. [4]) Die Abhängigkeit der Stärke und Richtung des Windes usw. Rep. für Met. VII, Nr. 5. Petersburg 1880. [5]) Erweiterung des barischen Windgesetzes nebst Anwendungen. Ann. der Hydr. u. Marit. Meteorol. 1904, S. 408. [6]) Suggestions on certain variations etc. Quarterly Journ. of the Royal Met. Soc. of London. III. 1877, S. 232. [7]) Barometric Gradient in connexion with the wind velocity etc. Quarterly Journ. of the Royal Met. Soc. of London. VIII. 1882, S. 198. [8]) Über kreisähnliche Zyklonen. Arch. d. Deutsch. Seewarte. XVI. Nr. 2. 1893.

Zwischen den Werten in dem ersten und dem letzten Teil dieser Tabelle besteht ein auffallender Unterschied: Die vier ersten Autoren finden, daß $\frac{v}{\alpha G}$ mit zunehmender Windgeschwindigkeit zunimmt; die vier letzten dagegen, daß das Verhältnis mit zunehmender Windgeschwindigkeit abnimmt. Dieser Widerspruch ist jedoch nur ein scheinbarer; er beruht nicht auf dem Beobachtungsmaterial, sondern darauf, daß verschiedene statistische Methoden verwendet worden sind. Eine Durchsicht der bezüglichen Veröffentlichungen zeigt, daß die Werte in dem ersten Teil der Tabelle gewonnen wurden, indem die Werte der Gradientkraft für verschiedene Stufenwerte der Windgeschwindigkeit geordnet und die Mittelwerte für jede Stufe gebildet wurden; die Werte in dem letzten Teil wurden dagegen gewonnen, indem die Windgeschwindigkeiten nach Stufenwerten der Gradientkraft geordnet wurden. Der Widerspruch, der in der Tabelle 1 auftritt, ist nur ein Beispiel für einen statistischen Lehrsatz, der von Köppen[1]) folgendermaßen ausgesprochen worden ist:

»Werden zwei Zahlenreihen, die miteinander in unvollständiger Korrelation stehen, die eine nach den Werten der anderen geordnet, so werden die Extreme beim Argument übertrieben, beim Kollektivgegenstand abgestumpft.«

Im vorliegenden Fall heißt das: Weil die zusammengehörigen Werte von v und α G eine große Streuung haben, so findet man, wenn die Werte der Gradientkraft nach der Windgeschwindigkeit geordnet werden, zu große Werte der Gradientkraft für die kleinen und zu kleine Werte der Gradientkraft für die großen Windgeschwindigkeiten. Selbst wenn das Verhältnis $\frac{v}{\alpha G}$ konstant ist, würde man also nach dieser Gruppierung eine Zunahme des Verhältnisses mit wachsendem v finden, so wie in dem ersten Teil der Tabelle 1. Umgekehrt würde die Gruppierung der Werte von v nach α G eine Abnahme des Verhältnisses $\frac{v}{\alpha G}$ mit wachsendem v liefern. (Vgl. den letzten Teil der Tabelle 1.) Wegen der Unvollkommenheit der angewandten Methoden bleibt aber die Frage offen, ob das Verhältnis zwischen der Windgeschwindigkeit und der Größe der Gradientkraft konstant ist oder nicht.

Endlich sei auch hervorgehoben, daß das empirisch bestimmte Verhältnis $\frac{v}{\alpha G}$ einen viel kleineren Wert hat als von den Guldberg-Mohnschen Gleichungen verlangt wird.

Im Hinblick auf diese verschiedenen Umstände scheint es berechtigt, die Aufgabe, die mittlere Beziehung zwischen der Gradientkraft und dem Wind empirisch festzustellen, allgemein in Angriff zu nehmen, ohne zuerst eine spezielle Annahme über die Reibungskraft in der Nähe des Erdbodens zu machen.

2. Formulierung der Aufgabe. Über die Reibungskraft werden wir nur die Annahme machen, daß sie eine Funktion des Windes ist. Die Bewegungsgleichungen der Luft in der Nähe des Erdbodens lauten dann:

$$(3)\quad \begin{aligned} \frac{d v_x}{d t} &= -\alpha \frac{\partial p}{\partial x} + \lambda v_y + \alpha R_x(v) \\ \frac{d v_y}{d t} &= -\alpha \frac{\partial p}{\partial y} + \lambda v_x + \alpha R_y(v), \end{aligned}$$

wo $\alpha R_x(v)$ und $\alpha R_y(v)$ die Komponenten der Reibungskraft sind. Um die Gleichungen (3) in Vektorform schreiben zu können, sollen folgende Bezeichnungen eingeführt werden:

$\mathfrak{G} = -\frac{\partial p}{\partial n}$ die horizontale Komponente des Druckgradienten.

$\mathfrak{l}$ ein Vektor mit dem Skalawert $\lambda = 2\,\omega \sin \varphi$, der auf der nördlichen Halbkugel relativ zum Wind senkrecht nach rechts gerichtet ist.

[1]) Vgl. W. Köppen: Beaufort-Skala und Windgeschwindigkeit. (Zur Theorie der meteorologischen Korrelationen.) Meteorol. Zeitschr. 1916, S. 88.

$\frac{d\mathfrak{v}}{dt} = \mathfrak{j}$ die horizontale Komponente der Beschleunigung, kurz: Beschleunigung.

$\alpha\mathfrak{G}$ » » » » Gradientkraft pro Masseneinheit, kurz: Gradientkraft.

$\alpha\mathfrak{R}(\mathfrak{v})$ die horizontale Komponente der Reibungskraft pro Masseneinheit, kurz: Reibungskraft.

$\mathfrak{l}\,\mathfrak{v}$ die horizontale Komponente der ablenkenden Kraft der Erddrehung, kurz: Ablenkende Kraft.

Die Gleichungen (3) erhalten dann die Form:

$$\mathfrak{j} = \alpha\mathfrak{G} + \mathfrak{l}\,\mathfrak{v} + \alpha\mathfrak{R}(\mathfrak{v})$$

oder

(4) $$\alpha\mathfrak{G} = -\mathfrak{l}\,\mathfrak{v} - \alpha\mathfrak{R}(\mathfrak{v}) + \mathfrak{j} = \mathfrak{F}(\mathfrak{v}) + \mathfrak{j}\,.$$

Die Vektorfunktion $\mathfrak{F}(\mathfrak{v}) = -\mathfrak{l}\,\mathfrak{v} - \alpha\mathfrak{R}(\mathfrak{v})$ stellt die Beziehung zwischen der Gradientkraft und dem Wind bei unbeschleunigter Bewegung dar. Sie wird von Ort zu Ort verschieden sein, erstens weil $\mathfrak{l}$ eine Funktion der Breite ist, zweitens weil $\alpha\mathfrak{R}(\mathfrak{v})$ von den örtlich verschiedenen Reibungsverhältnissen abhängt. Sie wird auch an einem Orte periodischen und unperiodischen Änderungen unterworfen sein, weil der Wind und die Reibungskraft in der Nähe des Erdbodens von der Luftmischung in den unteren Schichten abhängen und deswegen sowohl jährlichen und täglichen als auch unperiodischen Änderungen unterworfen sind. Im Mittel muß es aber eine Funktion $\overline{\mathfrak{F}(\mathfrak{v})}$ geben, die die mittlere Beziehung zwischen dem Gradienten und dem Winde darstellt, und die wir die normale Beziehung nennen werden. Die vorliegende Aufgabe ist also, die Funktion

(5) $$\overline{\mathfrak{F}(\mathfrak{v})} = -\mathfrak{l}\,\mathfrak{v} - \overline{\alpha\mathfrak{R}(\mathfrak{v})}$$

für verschiedene Orte zu bestimmen, oder anders ausgedrückt: Aus den Beobachtungen den normalen Ablenkungswinkel $\overline{\psi}$ und das normale Verhältnis $\frac{v}{\alpha G}$ an den einzelnen Stationen für alle Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen zu ermitteln. Die normalen Werte von ψ und $\frac{v}{\alpha G}$ werden aber nur dann von der Windrichtung abhängen, wenn die Reibungskraft eine Funktion der Windrichtung ist. Stationen, an denen man Grund hat anzunehmen, daß dies der Fall ist, sollen von dieser Untersuchung ausgeschlossen werden, wodurch die Aufgabe darauf beschränkt wird, die Abhängigkeit von ψ und $\frac{v}{\alpha G}$ von der Windgeschwindigkeit zu bestimmen.

Nach der Gleichung (4) ist:

$$\mathfrak{F}(\mathfrak{v}) = \alpha\mathfrak{G} - \mathfrak{j}\,.$$

Von den Größen, die in diese Gleichung eingehen, wird der Wind direkt beobachtet, und die Gradientkraft läßt sich leicht aus den gleichzeitigen Druck- und Temperaturbeobachtungen bestimmen. Die Beschleunigung einer Luftmasse läßt sich dagegen gewöhnlich nicht mit Hilfe der Beobachtungen bestimmen. In einem Einzelfalle wird deswegen die normale Beziehung zwischen den beobachteten Werten des Windes und der Gradientkraft nicht erfüllt sein, erstens weil die Beobachtungen mit Fehlern behaftet sind, zweitens weil die Einzelwerte $\mathfrak{F}(\mathfrak{v})$ von dem gesuchten Mittelwert $\overline{\mathfrak{F}(\mathfrak{v})}$ abweichen, und drittens weil die Beschleunigung nicht berücksichtigt worden ist. Wenn man aber in zweckmäßiger Weise Mittel bildet, so werden nicht nur die Beobachtungsfehler und die Fehler, die daher rühren, daß $\mathfrak{F}(\mathfrak{v})$ in Einzelfällen von dem normalen Wert abweicht, verschwinden, sondern auch die Beschleunigungen; denn im Mittel für eine bestimmte Windgeschwindigkeit oder einen bestimmten Skalarwert der Gradientkraft kann die Beschleunigung nicht wesentlich von Null verschieden sein. Diejenigen Abweichungen von der normalen Beziehung zwischen den beobachteten Werten von $\mathfrak{v}$ und $\alpha\mathfrak{G}$, die daher rühren, daß die Beschleunigung nicht berücksichtigt worden ist, können deswegen auch als »Fehler« betrachtet werden.

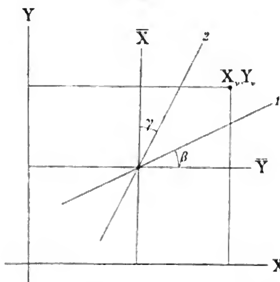
Die Beobachtungen liefern also eine Anzahl von Vektorpaaren $\mathfrak{v}$, $\alpha\mathfrak{G}$, und in jedem Paar sind beide Vektoren mit großen Fehlern behaftet. Die Aufgabe

ist, aus diesen Beobachtungen die wahrscheinlichste Beziehung zwischen den zwei Vektoren zu bestimmen. Eine allgemeine Lösung dieser Aufgabe ist meines Wissens noch nicht gegeben; nicht einmal die viel einfachere, die Beziehung zwischen zwei skalaren Größen zu bestimmen, wenn die Beobachtungen beider mit großen Fehlern behaftet sind, scheint allgemein gelöst zu sein. Es dürfte sich deswegen empfehlen, zunächst nur die Korrelationen zwischen den hier auftretenden skalaren Größen zu untersuchen.

3. Der Korrelationsfaktor. Der Korrelationsfaktor ist in der letzten Zeit mehrmals bei meteorologischen Untersuchungen verwendet worden[1]); mit Rücksicht auf die Verwendung, die später von den Korrelationen gemacht werden soll, ist es aber zweckmäßig, hier die Definition des Korrelationsfaktors zu wiederholen. Zwei Zahlenreihen $X_1 X_2 \ldots X_n$ und $Y_1 Y_2 \ldots Y_n$, deren Zusammenhang untersucht werden soll, seien gegeben. Wenn die Abweichungen in beiden Zahlenreihen von den Mittelwerten $\bar{X}$ und $\bar{Y}$ mit x und y bezeichnet werden, so wird der Korrelationsfaktor definiert als

$$(6) \qquad r = \frac{\Sigma x y}{\sqrt{\Sigma x^2 \cdot \Sigma y^2}} = \sqrt{\frac{\Sigma x y}{\Sigma x^2} \cdot \frac{\Sigma x y}{\Sigma y^2}}.$$

Fig. 1.



Ein anderer bekannter und viel verwendeter Ausdruck für r, der zur bequemen Bestimmung des Korrelationsfaktors besonders geeignet ist, läßt sich leicht ableiten. Wir tragen die Wertpaare $X_1 Y_1$, $X_2 Y_2 \ldots X_n Y_n$ in ein Koordinatensystem X, Y ein (Fig. 1). Durch den Punkt $\bar{X}\,\bar{Y}$ ziehen wir eine beliebige Gerade 1, die mit der positiven X-Achse den Winkel β bildet, und setzen $\operatorname{tg} \beta = b_1$. Die Strecke der Ordinate Y_ν, die zwischen einem Punkte $X_\nu Y_\nu$ und dieser Geraden liegt, ist dann gleich

$$(Y_\nu - \bar{Y}) - b_1 (X_\nu - \bar{X}) = y_\nu - b_1 x_\nu .$$

Wir wollen nun b_1 so bestimmen, daß die Summe der Quadrate dieser Strecken ein Minimum wird. Es soll also

$$\Sigma (y - b_1 x)^2 = \text{Min}$$

sein, woraus:

$$\Sigma (y - b_1 x)\, x = 0$$

oder:

$$(7) \qquad \operatorname{tg} \beta = b_1 = \frac{\Sigma x y}{\Sigma x^2}$$

folgt.

Betrachten wir jetzt eine andere Gerade 2, die mit der positiven Y-Achse den Winkel γ bildet, wo $\operatorname{tg} \gamma = b_2$ gesetzt wird. Die Strecke der Abszisse X_ν, die zwischen dem Punkte $X_\nu Y_\nu$ und dieser Geraden liegt, ist gleich

$$(X_\nu - \bar{X}) - b_2 (Y_\nu - \bar{Y}) = x_\nu - b_2 y_\nu .$$

b_2 soll nun so bestimmt werden, daß die Summe der Quadrate dieser Strecken ein Minimum wird:

$$\Sigma (x - b_2 y)^2 = \text{Min}$$

Hieraus ergibt sich:

$$(8) \qquad \operatorname{tg} \gamma = b_2 = \frac{\Sigma x y}{\Sigma y^2}.$$

Aus (6), (7) und (8) erhalten wir den gesuchten Ausdruck für r:

$$(9) \qquad r = \sqrt{\operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \gamma}$$

[1]) Vgl. z. B. F. Exner: Der Korrelationsfaktor und seine Verwendung in der Meteorologie. Meteorol. Ztschr. 1910, S. 263. W. Köppen: Durchschnittliche Abweichung, Asymmetrie und Korrelationsfaktor. Meteorol. Ztschr. 1913, S. 113. L. Steiner: Zum Korrelationsfaktor. Meteorol. Ztschr. 1915, S. 419.

Der wahrscheinliche Fehler des Korrelationsfaktors ist:[1])

(10) $$f = \frac{0.674\,(1 - r^2)}{\sqrt{n}}.$$

Die Geraden 1 und 2 werden die Regressionslinien und die Koeffizienten b_1 und b_2 die Regressionskoeffizienten genannt. Die erste Regressionslinie bestimmt man am bequemsten, indem man die Mittelwerte von Y für verschiedene Stufen von X bildet, diese Mittelwerte in das Koordinatensystem einträgt und die Gerade durch den Mittelpunkt $\overline{X}\overline{Y}$ zieht, die sich den eingetragenen Punkten am besten anpaßt[2]). Die zweite Regressionslinie wird in entsprechender Weise mit Hilfe der Mittelwerte von X, nach Stufen von Y geordnet, bestimmt. Wenn die Mittelwerte sehr nahe auf zwei Gerade fallen, sagt man, daß die Regression linear ist[3]).

Wenn die zwei Zahlenreihen völlig unabhängig voneinander sind, so fallen die Mittelwerte von Y nach X geordnet auf eine Gerade parallel der X-Achse, und diejenigen von X nach Y geordnet auf eine Gerade parallel der Y-Achse. Die Regression ist linear, und die Regressionslinien sind $Y = \overline{Y}$ oder $x = 0$ und $X = \overline{X}$ oder $x = 0$. In diesem Fall ist $r = 0$. Man kann aber nicht umgekehrt daraus, daß der Korrelationsfaktor gleich Null ist, schließen, daß keine Beziehung zwischen X und Y besteht; damit dieser Schluß erlaubt ist, ist auch notwendig, daß die Regression linear ist. Der Korrelationsfaktor ist gleich ± 1, wenn die eine Größe eine lineare Funktion der anderen ist und die beobachteten Werte X_v Y_v fehlerfrei sind. Gewöhnlich ist $0 < |r| < 1$.

4. Die Korrelationen zwischen v, αG und ψ, Lindenberg 1911 und 1912. Nach diesen Bemerkungen über den Korrelationsfaktor und die Bestimmung desselben kehren wir zu der vorliegenden Aufgabe zurück, die Korrelationen zwischen v und αG, v und ψ und zwischen αG und ψ zu untersuchen. Zu dem Zwecke sollen zunächst Beobachtungen von Lindenberg aus den Jahren 1911 und 1912 verwendet werden. Für das Jahr 1911 wurden die Windbeobachtungen zur Zeit des Morgenpilotballonaufstieges benutzt und die entsprechenden Werte der Gradientkraft aus den synoptischen Wetterkarten der Deutschen Seewarte bestimmt, indem der Druckgradient 𝔊 ausgemessen und mit einem mittleren Wert von α multipliziert wurde. Für das Jahr 1912 wurden die Windbeobachtungen um 7h vorm. verwendet und die Gradientkraft aus den Druckbeobachtungen um 7h vorm. der drei Stationen Berlin, Frankfurt a. O. und Torgau berechnet. Die Mittelwerte für die zwei Jahre weichen so wenig voneinander ab, daß die insgesamt zur Verfügung stehenden 548 Werte von v, αG und ψ ohne Bedenken zusammen behandeit werden können.

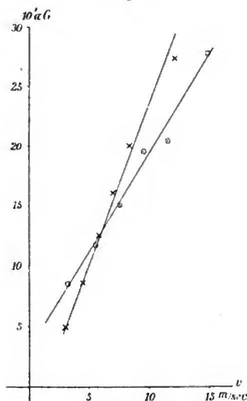
Die Korrelation zwischen v und αG, Lindenberg 1911 und 1912. In der Tabelle 2 sind die Mittelwerte von αG für verschiedene Stufen von v und die Mittelwerte von v für verschiedene Stufen von αG zusammengestellt.

Tabelle 2.

Mittelwerte von αG nach v geordnet							Gesamtanzahl und Mittelwerte
v m/sec.	0—4	5—6	7—8	9—10	11—12	> 12	—
Anzahl, n	189	154	121	40	19	25	548
$\overline{v}$ m/sec.	3.2	5.45	7.5	9.4	11.5	14.8	6.04
$10^4\,\overline{\alpha G}$	8.6	11.8	15.1	19.6	20.3	27.8	13.02
Mittelwerte von v nach αG geordnet							**Gesamtanzahl und Mittelwerte**
$10^4\,\alpha G$	0—6	7—10	11—14	15—18	19—22	> 22	—
Anzahl, n	68	150	139	95	54	42	548
$10^4\,\overline{\alpha G}$	4.9	8.6	12.6	16.1	20.0	27.3	13.02
v m/sec.	3.05	4.45	5.85	7.0	8.3	12.1	6.04

[1]) Yule: Theory of Statistics. London 1912, S. 352.
[2]) Vgl. z. B. W. Köppen: Durchschnittliche Abweichung usw. Met. Zeitschr. 1913, S. 113.
[3]) Yule: L. c. S. 177.

Fig. 2.



Die Korrelation zwischen v und αG, Lindenberg 1911 und 1912.

In der Fig. 2 sind diese Mittelwerte graphisch dargestellt, indem sie in ein Koordinatensystem v, αG eingetragen worden sind. Die Mittelwerte von αG für verschiedene Werte von v sind durch ⊙, diejenigen von v für verschiedene Werte von αG durch × angegeben und die Regressionslinien gezogen. Aus der Gruppierung der ⊙ und × um diese Geraden sieht man, daß die Regression in diesem Fall als linear betrachtet werden kann. Für den Korrelationsfaktor findet man:

$$r = \sqrt{1.678 \cdot 0.363} = 0.780$$

mit dem wahrscheinlichen Fehler

$$f = \pm 0.004.$$

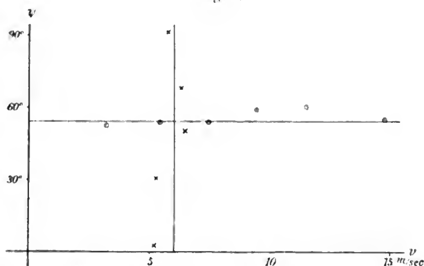
Die Korrelation zwischen v und ψ, Lindenberg 1911 und 1912. In der Tabelle 3 sind die Mittelwerte von ψ für verschiedene Stufen von v und die Mittelwerte von v für verschiedene Stufen von ψ zusammengestellt.

Tabelle 3.

Mittelwerte von ψ nach v geordnet							Gesamtanzahl und Mittelwerte
v m/sec.	0—4	5—6	7—8	9—10	11—12	> 12	—
Anzahl n	189	154	121	40	19	25	548
$\bar{v}$ m/sec.	3.2	5.45	7.5	9.4	11.5	14.8	6.04
$\bar{\psi}$	53°	54°	54°	59°	60°	55°	54.2°

Mittelwerte von v nach ψ geordnet						Gesamtanzahl und Mittelwerte
ψ	< 20°	20°—39°	40°—59°	60°—79°	≧ 80°	—
Anzahl n	43	87	178	160	80	548
$\bar{\psi}$	2.5°	30.5°	49°	68°	91°	54.2°
$\bar{v}$ m/sec.	5.2	5.3	6.5	6.3	5.8	6.04

Fig. 3.



Die Korrelation zwischen v und ψ, Lindenberg 1911 und 1912.

In der Fig. 3 sind diese Werte in ein Koordinatensystem v, ψ eingetragen worden; die ersten sind durch ⊙, die letzten durch × bezeichnet. Die Regressionslinien fallen hier etwa mit den Parallelen zu den Koordinatenachsen durch den Mittelpunkt $\bar{v}, \bar{\psi}$ zusammen und zwar kann die Regression als linear betrachtet werden. Der Korrelationsfaktor ist $r = 0$.

Die Korrelation zwischen α G und ψ, Lindenberg 1911 und 1912. In der Tabelle 4 sind die Mittelwerte von ψ nach α G geordnet, und die Mittelwerte von α G nach ψ geordnet, zusammengestellt.

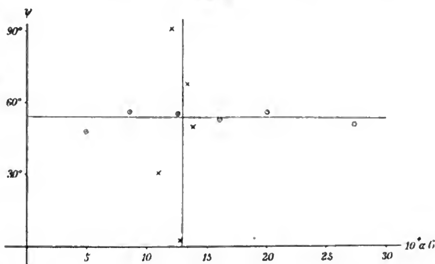
Tabelle 4.

Mittelwerte von ψ nach α G geordnet							Gesamtanzahl und Mittelwerte
$10^4\,\alpha$ G	0—6	7—10	11—14	15—18	19—22	> 22	—
Anzahl. n	68	150	139	95	54	42	548
$10^4\,\overline{\alpha G}$	4.9	8.6	12.6	16.1	20.0	27.3	13.02
ψ	48°	56°	56°	53°	56°	51°	54.2°

Mittelwerte von α G nach ψ geordnet						Gesamtanzahl und Mittelwerte
ψ	< 20°	20°—39°	40°—59°	60°—79°	$\gtreqless$ 80°	—
Anzahl. n	43	87	178	160	80	548
$\overline{\psi}$	2.5°	30.5°	49°	68°	91°	54.2°
$10^4\,\alpha$ G	12.8	11.5	13.9	13.4	12.1	13.02

Diese Werte sind in das Koordinatensystem αG, ψ eingetragen worden (Fig. 4), die ersten sind durch ⊙, die letzten durch × angegeben. Die Regressionslinien fallen auch hier mit den Parallelen zu den Koordinatenachsen durch den Mittelpunkt zusammen; die Regression ist linear und der Korrelationskoeffizient ist r = 0.

Fig. 4.



Die Korrelation zwischen αG und ψ, Lindenberg 1911 und 1912.

5. Der Funktionenzusammenhang zwischen v, ψ und αG, ψ, Lindenberg 1911 und 1912. Aus den Ergebnissen, daß die Korrelationsfaktoren zwischen v, ψ und α G, ψ gleich Null sind, und daß die Regressionen linear sind, schließen wir, daß kein Funktionenzusammenhang zwischen v und ψ oder zwischen α G und ψ besteht. Der normale Ablenkungswinkel ist für Lindenberg von der Windgeschwindigkeit und von der Größe der Gradientkraft unabhängig.

6. Der wahrscheinlichste lineare Funktionenzusammenhang zwischen v und α G, Lindenberg 1911 und 1912. Zwischen v und α G haben wir eine ziemlich enge Korrelation gefunden, indem r = 0.78 ist. Es ist deswegen berechtigt, anzunehmen, daß zwischen v und α G, wenn nicht in Einzelfällen so doch im Mittel ein Funktionenzusammenhang besteht. Die Regression ist sehr nahe linear, wir setzen deswegen voraus, daß der gesuchte Funktionenzusammenhang linear ist. Von diesem Gesichtspunkte aus erhalten die Regressionslinien eine physikalische Bedeutung, die aus dem folgenden hervorgehen wird.

Nehmen wir an, daß die Abweichungen davon, daß in Einzelfällen die Gleichung

$$\alpha G = a_1 v + A_1 \tag{11}$$

erfüllt ist, alle daher rühren, daß die Werte von αG mit Fehlern behaftet sind, während die Werte von v fehlerfrei sind. Wir setzen also $v = v'$, $\alpha G = \alpha G' + \Delta \alpha G$, wo v' und $\alpha G'$ die richtigen Werte und $\Delta \alpha G$ den Fehler von αG bedeuten. Die mittleren Fehler von αG und v sind:

$$f_2 = \pm \sqrt{\frac{\Sigma (\Delta \alpha G)^2}{n}} \qquad f_1 = 0$$

und es ist

$$\frac{f_2}{f_1} = \pm \infty .$$

Um a_1 und A_1 zu bestimmen, haben wir dann nach der Methode der kleinsten Quadrate den Ansatz:

$$\Sigma (\alpha G - a_1 v - A_1)^2 = \text{Min.} \tag{12}$$

zu machen. Hieraus erhalten wir zunächst

$$\frac{\partial}{\partial A_1} \Sigma (\alpha G - a_1 v - A_1)^2 = 2 (\Sigma \alpha G - a_1 \Sigma v - n A_1) = 0$$

oder

$$A_1 = \overline{\alpha G} - a_1 \bar{v} . \tag{13}$$

Diesen Wert von A_1 führen wir in (12) ein und setzen

$$v = \bar{v} + x , \qquad \alpha G = \overline{\alpha G} + y .$$

Zur Bestimmung von a_1 erhalten wir dann die Gleichung

$$\Sigma (y - a_1 x)^2 = \text{Min.}$$

woraus sich

$$a_1 = \frac{\Sigma x y}{\Sigma x^2} \tag{14}$$

ergibt. Der Richtungskoeffizient a_1 der Geraden (11) ist also mit dem Regressionskoeffizienten b_1 identisch (7). Die erste Regressionslinie, die mit Hilfe der Mittelwerte von αG für verschiedene Werte von v bestimmt wurde, stellt also den wahrscheinlichsten linearen Zusammenhang zwischen v und αG dar, unter der Voraussetzung, daß die Werte von v alle fehlerfrei sind. In diesem Fall hat die zweite Regressionslinie keine physikalische Bedeutung.

Nehmen wir wieder an, daß αG eine lineare Funktion von v ist:

$$\alpha G = a_2 v + A_2 \tag{15}$$

und setzen wir jetzt voraus, daß die Werte von αG fehlerfrei sind:

$$\alpha G = \alpha G' , \qquad v = v' + \Delta v$$

Dann ist:

$$f_2 = 0, \quad f_1 = \pm \sqrt{\frac{\Sigma (\Delta v)^2}{n}} \qquad \text{und} \qquad \frac{f_2}{f_1} = 0 .$$

Nach der Methode der kleinsten Quadrate müssen dann a_2 und A_2 aus der Gleichung

$$\Sigma \left(v - \frac{1}{a_2} \alpha G + \frac{1}{a_2} A \right)^2 = \text{Min.} \tag{16}$$

bestimmt werden. Wir finden:

$$A_2 = \overline{\alpha G} - a_2 \bar{v} \tag{17}$$

$$a_2 = \frac{\Sigma y^2}{\Sigma x y} . \tag{18}$$

Der Richtungskoeffizient a_2 der Geraden (15) ist also umgekehrt proportional dem Regressionskoeffizienten b_2 (8). Wenn wir uns an die Definition des letzten erinnern, so sehen wir, daß die zweite Regressionslinie mit der Geraden (15) zusammenfällt, sie stellt also den wahrscheinlichsten linearen Funktionenzusammenhang zwischen v und αG dar unter der Voraussetzung, daß die Werte von αG alle fehlerfrei sind.

Im allgemeinen Fall sind aber sowohl αG als auch v mit Fehlern behaftet:

$$\alpha G = \alpha G' + \Delta \alpha G, \quad v = v' + \Delta v.$$

Das Verhältnis der mittleren Fehler ist:

$$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{\Sigma(\Delta\,\alpha G)^2}{\Sigma(\Delta\,v)^2}} = k \quad \text{wo } 0 < |k| < \infty$$

ist. Der wahrscheinlichste lineare Funktionenzusammenhang wird dann durch eine Gerade dargestellt, die durch den Punkt $\overline{\alpha G}$, $\bar{v}$ geht und zwischen den Geraden mit den Richtungskoeffizienten a_1 und a_2 liegt. Die Lage der Geraden hängt von dem Wert von k ab. Der Richtungskoeffizient derselben ist

$$\text{(19)} \qquad a = \frac{\alpha G' - \overline{\alpha G}}{v' - \bar{v}}$$

und zwar ist a gewöhnlich von k verschieden.

Aus:

$$\alpha G = \alpha G' + \Delta\,\alpha G = \overline{\alpha G} + y; \quad v = v' + \Delta\,v = \bar{v} + x$$

erhalten wir:

$$\Delta\,\alpha G = \overline{\alpha G} - \alpha G' + y, \quad \Delta\,v = \bar{v} - v' + x,$$

woraus

$$\Sigma(\Delta\,\alpha G)^2 = \Sigma(\overline{\alpha G} - \alpha G')^2 + \Sigma y^2$$
$$\Sigma(\Delta\,v)^2 = \Sigma(\bar{v} - v')^2 + \Sigma x^2$$

folgt, weil

$$\Sigma y = \Sigma x = 0$$

ist. Also wird:

$$\left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 = k^2 = \frac{\Sigma(\overline{\alpha G} - \alpha G')^2 + \Sigma y^2}{\Sigma(\bar{v} - v')^2 + \Sigma x^2}.$$

Indem wir berücksichtigen, daß nach (19)

$$\Sigma(\overline{\alpha G} - \alpha G')^2 = a^2\, \Sigma(\bar{v} - v')^2$$

ist, erhalten wir:

$$\text{(20)} \qquad \Sigma y^2 - k^2\, \Sigma x^2 = (k^2 - a^2)\, \Sigma(\bar{v} - v')^2.$$

Selbst wenn k bekannt wäre, könnten wir a, den Richtungskoeffizienten der gesuchten Geraden, nicht aus dieser Gleichung bestimmen, weil

$$\Sigma(\bar{v} - v')^2$$

unbekannt ist. Die Bestimmung gelingt nur, wenn wir annehmen, daß das Verhältnis der mittleren Fehler gleich dem Richtungskoeffizienten der gesuchten Geraden ist. Wir setzen also:

$$k = a$$

und erhalten dann aus (20):

$$a^2 = \frac{\Sigma y^2}{\Sigma x^2} = \frac{\Sigma x y}{\Sigma x^2} \cdot \frac{\Sigma y^2}{\Sigma x y} = a_1\, a_2 = \frac{b_1}{b_2}$$

oder:

$$\text{(21)} \qquad a = \sqrt{a_1\, a_2} = \sqrt{\frac{b_1}{b_2}}.$$

Der Richtungskoeffizient der gesuchten Geraden ist also in diesem Falle gleich dem geometrischen Mittel der Richtungskoeffizienten der zwei Geraden die den Funktionenzusammenhang darstellen, wenn die Fehler auf die eine oder die andere Größe hinübergeschoben werden[1]). Die Konstante A in der Gleichung

$$\alpha G = a\, v + A$$

bestimmen wir aus:

$$\text{(22)} \qquad A = \overline{\alpha G} - a\,\bar{v}.$$

Für Lindenberg finden wir:

$$\overline{\alpha G} = 13.02 \cdot 10^{-4}, \qquad \bar{v} = 6.04$$
$$a_1 = 1.678 \cdot 10^{-4}, \qquad a_2 = 2.755 \cdot 10^{-4}.$$

Hieraus ergibt sich:

$$a = 2.15 \cdot 10^{-4}, \qquad A = 0.03 \cdot 10^{-4} \infty 0.$$

---

[1]) Vgl. Sresnewsky: Eine Lösung des Problems der Korrelation zwischen zwei Veränderlichen und über die Methode der gleichen Häufigkeiten. Met. Zeitschr. 1914, S. 566.

Die Gleichungen:

$$\alpha G = 2.15 \cdot 10^{-4} v \quad \text{oder} \quad v = 4.65 \cdot 10^3 \alpha G$$

stellen also mit hinreichender Genauigkeit den wahrscheinlichsten normalen Funktionenzusammenhang zwischen v und αG für Lindenberg dar, unter der oben gemachten Voraussetzung, daß das Verhältnis der mittleren Fehler gleich dem Richtungskoeffizienten der gesuchten Geraden ist. Weil A = 0 ist, deckt sich diese Annahme mit der, daß die mittleren Fehler der zwei Größen den richtigen Werten der Größen proportional sind. In dieser Form ist die Annahme nicht unwahrscheinlich, denn die »Fehler«, die daher rühren, daß in Einzelfällen $\mathfrak{F}(\mathfrak{v})$ von dem normalen Wert abweicht und daher, daß die Beschleunigung vernachlässigt worden ist, müssen gleichmäßig auf $\mathfrak{v}$ und $\alpha\mathfrak{G}$ verteilt werden. Die Annahme bleibt nur, was die Beobachtungsfehler betrifft, willkürlich. Die Tatsache, daß wir für

$$v = 0, \qquad \alpha G = 0$$

finden, so wie es sein muß, spricht aber für die Richtigkeit der Annahme.

7. Der wahrscheinlichste Funktionenzusammenhang zwischen v und αG nach der Methode der gleichen Häufigkeiten. Lindenberg 1911 und 1912. Bis jetzt haben wir vorausgesetzt, daß αG eine lineare Funktion von v ist, was damit begründet war, daß zwischen αG und v eine lineare Regression besteht. Wenn wir die Annahme über das Verhältnis der mittleren Fehler festhalten, können wir aber den Funktionenzusammenhang zwischen den zwei Größen untersuchen, ohne Voraussetzungen über die Art der Funktion zu machen, nämlich nach der Methode der gleichen Häufigkeiten von Sresnewsky[1]). Die Methode fußt auf der Annahme, daß »gleiche Häufigkeiten einander entsprechen«. Wenn z. B. die Anzahl der Beobachtungen der einen Größe, die zwischen den Werten 0 und a der Größe liegen, gleich ν ist, so bestimmt man aus der anderen Beobachtungsreihe einen Wert b der anderen Größe so, daß die Anzahl der Beobachtungen zwischen den Werten 0 und b auch gleich ν wird, und betrachtet dann a und b als zwei zusammengehörige Werte.

Die Methode setzt voraus, daß die Beobachtungsreihen nach der einen oder anderen Richtung hin vollständig sind. Im vorliegenden Falle sind die Reihen für αG und v für kleine Werte dieser Größen unvollständig, weil bei kleiner Windgeschwindigkeit die Bestimmung der entsprechenden Gradientkraft häufig unmöglich gewesen ist. Nach oben hin sind die Reihen dagegen vollständig, wir können daher ∞ statt 0 als Ausgangswert wählen. Die Bestimmung des Funktionenzusammenhanges kann entweder mit Hilfe einer graphischen Darstellung der Häufigkeiten der zwei Veränderlichen oder rein rechnerisch durchgeführt werden. Das letztere Verfahren ist hier gewählt worden (Tabelle 5).

Tabelle 5.

Berechnung der Verhältnisse $\frac{\alpha G}{v}$ und $\frac{v}{\alpha G}$ nach der Methode der gleichen Häufigkeiten.

v m/sec.	n_1	$10^4 \alpha G$	n_2	n	v m/sec.	$10^4 \alpha G$	$10^4 \frac{\alpha G}{v}$	$10^{-3} \frac{v}{\alpha G}$
∞ bis 12.5	25	∞ bis 24.5	29	50	10.2	21.4	2.10	4.77
« « 11.5	33	« « 22.5	42	100	8.2	18.2	2.22	4.50
« « 10.5	44	« « 20.5	56	150	7.35	15.65	2.13	4.70
« « 9.5	62	« « 18.5	96	200	6.6	14.2	2.15	4.65
« « 8.5	84	« « 16.5	127	250	5.85	12.8	2.19	4.57
« « 7.5	140	« « 14.5	191	300	5.2	11.4	2.19	4.57
« « 6.5	205	« « 12.5	260	350	4.6	9.9	2.15	4.65
« « 5.5	274	« « 10.5	330	400	4.0	8.4	2.10	4.76
« « 4.5	359	« « 8.5	397	450	3.4	7.2	2.12	4.72
« « 3.5	443	« « 6.5	480	500	2.55	5.6	2.19	4.56
« « 2.5	503	« « 4.5	523					
« « 1.5	543	« « 0	548					
« « 0	548							

[1]) L. c.

In der linken Hälfte der Tabelle 5 sind die Grenzwerte von v und αG und die Anzahl n_1 bzw. n_2 der Beobachtungen von dem Wert ∞ bis zu dem betreffenden Wert aufgeführt. In der rechten Hälfte sind die durch Interpolation bestimmten Werte von v und αG für $n = n_1 = n_2 = 50, 100 \ldots 500$ zusammengestellt und die Verhältnisse $\frac{\alpha G}{v}$ und $\frac{v}{\alpha G}$ berechnet worden. Die Verhältnisse sind in der Tat sehr nahe konstant, und die Mittelwerte sind

$$\frac{\alpha G}{v} = 2.15 \cdot 10^{-4} \qquad \frac{v}{\alpha G} = 4.65 \cdot 10^3$$

in Übereinstimmung mit den früher gefundenen.

Wir können es hiermit als bewiesen betrachten, daß für Lindenberg die Größe der Gradientkraft im Mittel der Windgeschwindigkeit proportional ist.

8. Die Funktion $\mathfrak{F}(\mathfrak{v})$ für Lindenberg. Wir haben früher gezeigt, daß der Ablenkungswinkel im Mittel von der Windgeschwindigkeit unabhängig ist. Wir definieren jetzt einen Vektor $\mathfrak{a}$ in folgender Weise: der Vektor $\mathfrak{a}$ soll den Skalawert $a = \frac{\overline{\alpha G}}{\bar{v}}$ haben und soll mit dem Winde den konstanten Winkel ψ bilden, positiv nach links gerechnet. Für Lindenberg läßt sich dann die normale Beziehung zwischen der Gradientkraft und dem Winde in der einfachen Form

$$\mathfrak{F}(\mathfrak{v}) = \mathfrak{a}\, v \tag{23}$$

schreiben.

9. Untersuchung der Funktion $\overline{(\mathfrak{F}\, \mathfrak{v})}$ an anderen Stationen. Es bleibt jetzt übrig zu untersuchen, ob die normale Beziehung zwischen Gradientkraft und Wind auch für andere Orte in derselben Form (23) geschrieben werden kann, wobei $\mathfrak{a}$ natürlich andere Werte haben wird. Für eine derartige Untersuchung stand mir eine große Anzahl zusammengehöriger Werte von $\mathfrak{v}$ und $\alpha \mathfrak{G}$, die früher für andere Zwecke bestimmt waren, zur Verfügung, und zwar von einigen deutschen Stationen aus dem Jahre 1911, von einer großen Anzahl der meteorologischen Stationen in den Vereinigten Staaten Nordamerikas aus den Monaten November, Dezember 1904, Januar, Februar 1905, November, Dezember 1906 und Januar, Februar 1907, und endlich von dem Atlantischen Ozean zwischen 40 und 50° N-Br. aus der Zeit März 1905 bis Februar 1907. Für die deutschen Stationen entspricht das Material dem aus Lindenberg für das Jahr 1911. Für die amerikanischen Stationen sind die Windangaben in den täglichen Wetterkarten für 8h vorm. benutzt worden, und die Gradientkraft aus diesen Karten ausgemessen, und für den Atlantischen Ozean sind alle Werte den Synoptischen Wetterkarten für den Nordatlantischen Ozean (herausgegeben vom Dänischen Meteorologischen Institut und der Deutschen Seewarte) entnommen worden[1]).

Für eine Reihe meteorologischer Stationen und für den Atlantischen Ozean sind die Werte von a und A aus den Richtungskoeffizienten der Regressionslinien und den Mittelwerten $\overline{\alpha G}$, $\bar{v}$ (Gl. 21 und 22) berechnet worden. In dem linken Teil der Tabelle 6 sind die Anzahl der Beobachtungen an den einzelnen Stationen n, die Mittelwerte $\overline{\alpha G}$, $\bar{v}$ und die Verhältnisse der letzten Größen zusammengestellt. In dem rechten Teil der Tabelle befinden sich die Werte des Korrelationsfaktors r, die mittleren Fehler desselben in Prozenten ausgedrückt und die Werte von a und A.

[1]) Die in Grad Beaufort angegebenen Windstärken sind nach der Skala der Deutschen Seewarte in m/sec. umgerechnet worden.

Tabelle 6.

Station	n	$10^4 \overline{\alpha G}$	$\overline{v}$ m/sec.	$10^4 \frac{\overline{\alpha G}}{v}$	$10^{-3} \frac{v}{\overline{\alpha G}}$	r	$100 \frac{f}{r}$	10^4 a	10^4 A
Lindenberg	548	13.02	6.04	2.16	4.64	0.780	± 0.5	2.15	0.03
Hamburg	263	14.1	5.7	2.47	4.04	0.80	± 1.9	2.45	0.2
Magdeburg	176	12.6	4.05	3.11	3.21	0.72	± 3.3	3.14	— 0.1
Chicago	199	12.5	7.6	1.64	6.08	0.60	± 5.0	1.48	1.3
Erie	179	13.6	6.2	2.19	4.56	0.65	± 4.5	2.16	0.2
Detroit	187	13.1	5.9	2.22	4.50	0.72	± 3.3	2.32	— 0.6
Milwaukee	186	13.2	5.7	2.32	4.32	0.66	± 4.3	2.47	— 0.8
Grand Rapids	165	13.8	5.5	2.51	3.99	0.72	± 3.5	2.41	0.6
St. Paul	152	14.4	5.2	2.77	3.61	0.58	± 6.2	2.94	— 0.8
Indianopolis	174	12.3	4.8	2.56	3.90	0.64	± 4.7	2.73	— 0.8
New Orleans	160	7.2	4.5	1.60	6.25	0.47	± 8.9	1.63	— 0.1
Evansville	130	11.8	4.2	2.81	3.56	0.68	± 4.7	2.96	— 0.6
Keokuk	121	14.2	4.2	3.38	2.96	0.58	± 7.1	3.39	0
Atlantischer Ozean 40—50° N-Br.	1282	18.23	10.00	1.82	5.49	0.610	± 0.2	1.68	1.4

In allen Fällen ist die Regression sehr nahe linear. Die Anzahl der Beobachtungen an den einzelnen Stationen ist zu klein, um den Funktionenzusammenhang nach der Methode der gleichen Häufigkeiten mit einiger Sicherheit untersuchen zu können. Soweit diese Methode in Frage kommen könnte, gab sie aber einen linearen Zusammenhang, so wie es nach der Art der Regression zu erwarten war. Wir dürfen deswegen allgemein

$$\alpha G = a v + A$$

setzen. Aus der Tabelle 6 sieht man, daß A nie wesentlich von Null verschieden ist. Wenn man annimmt, daß der wahrscheinliche Fehler von å, in Prozenten ausgedrückt, ebenso groß ist wie der wahrscheinliche Fehler von r, so findet man, daß der Wert $A = 0$ für die meteorologischen Stationen innerhalb der Grenzen der wahrscheinlichen Fehler liegt. Für den Atlantischen Ozean ist das aber nicht der Fall. Eine mögliche Ursache dieses Gegensatzes ist die, daß über dem Ozean die Beobachtungsfehler der Windstärke sehr groß sind, so daß der mittlere Fehler der Windstärke verhältnismäßig größer wird als der mittlere Fehler des Skalarwertes der Gradientkraft. Die Verteilung der Beobachtungen auf die einzelnen Stufen der Beaufortskala ist die folgende:

Grad Beaufort:	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anzahl der Beobachtungen:	36	8	395	105	469	79	165	11	14

Das deutet darauf hin, daß in diesen Karten die geraden Zahlen der Windstärke bevorzugt sind, was entweder an Beobachtungsfehlern oder an Undeutlichkeiten der Zeichnung dieser Karten liegen kann. Wir setzen deswegen im allgemeinen $A = 0$ und erhalten als wahrscheinlichste normale Beziehung zwischen der Größe der Gradientkraft und der Windgeschwindigkeit:

$$\alpha G = a v$$

wo $a = \frac{\overline{\alpha G}}{\overline{v}}$ ist.

In der Tabelle 7 sind die Werte des Ablenkungswinkels für verschiedene Werte der Windgeschwindigkeit zusammengestellt worden.

Aus dieser Tabelle sieht man, daß der Ablenkungswinkel in den unteren Stufen gewöhnlich etwas zunimmt, später aber ziemlich konstant bleibt. Wir können deswegen ohne große Fehler den normalen Ablenkungswinkel als unabhängig von der Windgeschwindigkeit betrachten.

Die normale Beziehung zwischen Gradientkraft und Wind läßt sich also ganz allgemein in der Form

$$(24) \qquad \alpha \mathfrak{G}_n = \overline{\mathfrak{F}(\mathfrak{v})} = \mathfrak{a}\, \mathfrak{v}$$

schreiben, wo $\mathfrak{a}$ einen Vektor bedeutet, der mit der Windrichtung den konstanten Winkel $\overline{\psi}$ bildet, positiv nach links gerechnet, und den Skalarwert $\frac{\overline{\alpha G}}{\overline{v}}$ hat.

Tabelle 7.

Der Ablenkungswinkel als Funktion der Windgeschwindigkeit.

Station	v m/sec.										Mittel
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Lindenberg . . .	50	56	52	57	50	58	55	63	65	54	54.2
Hamburg	48	58	66	68	68	68	67	67	67	.	62.0
Magdeburg. . . .	43	42	41	53	52	54	.	.	.	.	44.2
Chicago	53	61	67	65	65	66	63	58	59	61	63.5
Erie	35	42	51	45	43	44	46	48	50	51	44.4
Detroit	48	48	48	45	45	45	47	51	54	.	48.0
Milwaukee	55	53	51	52	52	50	49	49	49	.	52.2
Grand Rapids . .	52	51	51	50	48	45	45	47	50	.	50.0
St. Paul	40	42	45	46	48	57	58	52	46	.	44.6
Indianopolis . . .	46	42	39	39	40	41	42	41	41	.	42.2
New Orleans . . .	44	45	47	49	52	55	58	.	.	.	46.4
Evansville	34	39	44	32	30	34	37	.	.	.	36.9
Keokuk	45	48	52	53	53	47	40	.	.	.	47.4
Atlantischer Ozean 40° bis 50° N-Br.	87	82	79	81	83	84	84	83	83	86	83.1
Mittelwerte	48.5	50.6	52.2	52.5	52.0	53.4	.	.	.	.	.

10. Die Reibungskraft in der Nähe des Erdbodens. Nach der Gleichung (5) S. 415 ist

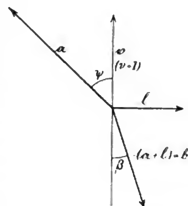
$$\overline{a\,\mathfrak{R}\,(\mathfrak{v})} = -\overline{\mathfrak{F}\,(\mathfrak{v})} - \mathfrak{l}\,\mathbf{v}\,.$$

Die normale Beziehung zwischen der Reibungskraft und dem Wind lautet folglich:

$$\overline{a\,\mathfrak{R}\,(\mathfrak{v})} = -(\mathfrak{a} + \mathfrak{l})\,\mathbf{v} = \mathfrak{b}\,\mathbf{v}\,. \tag{25}$$

Die Größe der Reibungskraft ist also der Windgeschwindigkeit proportional und die Reibungskraft selbst ist im allgemeinen nicht gegen den Wind gerichtet, sondern bildet einen konstanten Winkel β mit dem Vektor $-\mathfrak{v}$[1]) (Fig. 5).

Fig. 5.



Um an einem Orte die normale Reibungskraft berechnen zu können, müssen $\mathfrak{b}$ und β bekannt sein. Für die obenstehenden Stationen, für welche a und ψ bestimmt worden sind, sind die Werte von $\mathfrak{b}$ und β berechnet und in der Tabelle 8 zusammengestellt worden. In der Tabelle ist außerdem die Höhe des Anemographen über dem Erdboden h, soweit sie bekannt war, hinzugefügt.

Tabelle 8.

Station	$10^4\,\mathfrak{b}$	β	h m	Station	$10^4\,\mathfrak{b}$	β	h m
Lindenberg . . .	1.41	26	9 *)	St. Paul	2.16	25	55
Hamburg	1.55	41	28	Indianopolis . . .	2.01	22	50
Magdeburg. . . .	2.36	24	.	New Orleans . . .	1.18	22	37
				Evansville	2.36	20	25
Chicago	0.79	35	95	Keokuk	2.76	34	24
Erie	1.68	20	31				
Detroit	1.63	24	59	Atlantischer Ozean 40°—50° N-Br.	0.78	73	.
Milwaukee	1.54	32	43				
Grand Rapids . .	1.78	30	50				

*) Der Anemograph ist auf einem frei gelegenen Hügel aufgestellt.

[1]) Sprung (Lehrbuch der Meteorologie, Hamburg 1885, S. 124) hat schon 1885 darauf aufmerksam gemacht, daß die Reibungskraft am Erdboden wegen der Rechtsdrehung des Windes mit der Höhe nicht dem Winde entgegengesetzt gerichtet sein kann, sondern einen Winkel mit der Windrichtung bilden muß. Der erste Nachweis hierfür ist von Sandström (Über die Beziehung zwischen Luftdruck und Wind. K. Svenska Vetenskapsakad. Handlingar. Bd. 40, Nr. 10, 1910) geliefert

Die Werte von b und β haben einen sehr lokalen Charakter. Sie hängen sowohl von den lokalen Reibungsverhältnissen als von der Art und Aufstellung des Anemometers ab. Zwischen der Anemometerhöhe und dem Reibungskoeffizienten b und dem Winkel β scheint keine enge Beziehung zu bestehen[1]).

11. Die Bewegungsgleichungen der Luft in der Nähe des Erdbodens. Den Ausgangspunkt dieser Untersuchung bildeten die Bewegungsgleichungen in der Form

$$\text{(3)}\qquad \begin{aligned} \frac{d v_x}{d t} &= -\alpha \frac{\partial p}{\partial x} + \lambda v_y + \alpha R_x(v) \\ \frac{d v_y}{d t} &= -\alpha \frac{\partial p}{\partial y} - \lambda v_x + \alpha R_y(v). \end{aligned}$$

In diese Gleichungen werden wir jetzt für $\alpha R_x(v)$ und $\alpha R_y(v)$ die normalen Werte $\overline{\alpha R_x(v)}$ und $\overline{\alpha R_y(v)}$ einführen. Die Gleichungen, die wir so erhalten, werden in Einzelfällen nicht verwendbar sein, weil die Reibungskraft gewöhnlich von dem normalen Wert abweicht; dagegen werden sie eine gute Grundlage für theoretische Untersuchungen bilden.

Fig. 6.

Nach der Fig. 6 ist:

$$\begin{aligned} \overline{\alpha R_x(v)} &= b \sin\beta\, v_y - b \cos\beta\, v_x \\ \overline{\alpha R_y(v)} &= - b \sin\beta\, v_x - b \cos\beta\, v_y. \end{aligned}$$

Wir setzen:

$$\text{(26)}\qquad \begin{aligned} \lambda + b \sin\beta &= l \\ b \cos\beta &= c \end{aligned}$$

und erhalten aus (3) und (26):

$$\text{(27)}\qquad \begin{aligned} \frac{d v_x}{d t} &= -\alpha \frac{\partial p}{\partial x} + l v_y - c v_x \\ \frac{d v_y}{d t} &= -\alpha \frac{\partial p}{\partial y} - l v_x - c v_y. \end{aligned}$$

In diesen Gleichungen ist das Hauptergebnis der vorliegenden Untersuchung enthalten. Diese Form für die Bewegungsgleichungen der Luft in der Nähe des Erdbodens ist aber nicht neu. Die Gleichungen sind von Hesselberg und dem Verfasser früher in dieser Form geschrieben worden[2]), aber erst hier ist eine strengere Begründung derselben gegeben.

Äußerlich haben die Gleichungen (27) dieselbe Form wie die Guldberg-Mohnschen (vgl. S. 413):

$$\text{(2)}\qquad \begin{aligned} \frac{d v_x}{d t} &= -\alpha \frac{\partial p}{\partial x} + \lambda v_y - k v_x \\ \frac{d v_y}{d t} &= -\alpha \frac{\partial p}{\partial y} - \lambda v_x - k v_y. \end{aligned}$$

Der Unterschied ist, daß die Konstanten λ, k und l, c eine wesentlich verschiedene Bedeutung haben. In den Guldberg-Mohnschen Gleichungen vertreten die Glieder λv_y, $-\lambda v_x$ die ablenkende Kraft allein und die Glieder $-k v_x$, $-k v_y$ die Reibungskraft allein. In unseren Gleichungen sind aber in den Gliedern

worden. Seine Resultate sind später von Th. Hesselberg und H. U. Sverdrup (Die Reibung in der Atmosphäre, Veröff. d. geophys. Inst. d. U. Leipzig, Serie 2, Heft 10, 1915) bestätigt worden. In der letzten Arbeit ist auch die Abhängigkeit zwischen $\alpha R(v)$ und v untersucht worden, und es ist gezeigt, daß $\alpha R(v)$ v angenähert proportional ist. Der Beweis, der hierfür geliefert wird, ist jedoch nicht einwandfrei, denn es ist nur eine Gruppierung der Werte von $\alpha R(v)$ nach Stufenwerten von v ausgeführt, und es sind deswegen für kleine Werte von v zu große Werte von $\alpha R(v)$ und umgekehrt gefunden worden. Über den Winkel zwischen der Reibungskraft und dem Wind vgl. auch F. Exner: Zur Kenntnis der untersten Winde usw. Diese Zeitschr. 1912 S. 226.

[1]) Herr Professor Köppen macht mich freundlichst darauf aufmerksam, daß man dieser Tatsache keinen Wert zuschreiben kann, denn die Anemographen der Stationen des Amerikanischen Weather Bureau sind wohl alle im Innern von Städten aufgestellt, und deswegen wird die unbekannte Höhe des Anemographen über den Häusern, nicht die Höhe über dem Boden, für die gemessenen Windgeschwindigkeiten und somit auch für die Reibungsverhältnisse maßgebend sein. Vgl. W. Köppen, Die dreizehnteilige Skala der Windstärke. Diese Zeitschrift 1916 S. 63.

[2]) L. c. S. 308.

$l v_y$, $-l v_x$ die ablenkende Kraft und ein Teil der Reibungskraft, und in den Gliedern $-c v_x$, $-c v_y$ der andere Teil der Reibungskraft enthalten.

Dieser Unterschied ist eine Folge davon, daß unsere Gleichungen und die Guldberg-Mohnschen auf völlig verschiedenen Wegen gewonnen sind. Guldberg und Mohn machten über die Reibungskraft in der Nähe des Erdbodens die willkürliche Annahme, daß sie proportional der Windgeschwindigkeit und dem Winde entgegengesetzt gerichtet wäre, und stellten auf Grund dieser Annahme ihre Bewegungsgleichungen der Luft in der Nähe des Erdbodens auf. Die vorliegende empirische Untersuchung hat aber das Ergebnis geliefert, daß die Größe der Reibungskraft zwar im Mittel der Windgeschwindigkeit proportional ist; die Richtung derselben fällt aber nicht mit der dem Winde entgegengesetzten zusammen, sondern bildet mit dieser einen konstanten Winkel. Auf Grund dieses Ergebnisses sind unsere Bewegungsgleichungen (27) aufgestellt worden.

Geophysikalisches Institut der Universität, Leipzig. Juni 1916.

Die unperiodischen Schwankungen des Luftdrucks und Regens im Tropengebiet des Atlantischen Ozeans.

Von Dr. Anton Hackenbroich.

I. Die Schwankungen der Niederschläge im Kalmen- und Passatgebiet.

A. Das Beobachtungsmaterial.

Die Regenbeobachtungen in der Zone 10° S bis zu 30° N sowohl an der Küste Afrikas als der Amerikas umfassen nur an einigen Punkten einen längeren Zeitraum als 15 Jahre.

Die wichtigsten Darstellungen des Regenfalles in den Tropen sind von Supan[1]), Hann[2]), Fraunberger[3]), Vosz[4]), Fitzner[5]), Sieglerschmidt[6]) usw., wo weitere zahlreiche Quellen nachgewiesen werden.

Veröffentlichungen des Regenfalles in extenso sind erst in den letzten Jahren seit Gründung der meteorologischen Warten erfolgt. Die Warten haben eine planmäßige Beobachtung in den Landeskolonien herbeigeführt. Diese Beobachtungen selbst werden durch Kolonialbeamte, Missionare und Farmer angestellt. Die Beobachtungen der deutschen Kolonien Togo und Kamerun sind in jüngster Zeit um viele vermehrt worden; ihr Material wird in kritischer Weise von Frhr. v. Danckelman[7]) und Dr. Heidke[8]) gesammelt. Das Material der französischen Kolonien Kongo, Dahome, Senegambien, Guayana, Antillen ist aus den Veröffentlichungen des Bureau Centrale Météorologique de France, Band 2, eines jeden Jahres entnommen. Die portugiesischen Beobachtungen (Angola, Azoren) entstammen den jährlichen meteorol. Veröffentlichungen des Observatorio do Infante Don Luiz. Für die englischen Kolonien war die Publikation von Dr. Ravenstein[9]) wichtig. Die von ihm mitgeteilten Beobachtungen wurden von Kolonialtruppen angestellt. Da Sonntags nicht von diesen beobachtet wurde, die Beobachter auch häufig wechselten, haben diese Daten nur beschränkte Bedeutung und sind vorsichtig zu verwenden. Es sind die Stationen:

---

[1]) A. Supan, Die Verteilung des Niederschlags auf der festen Erdoberfläche, Peterm. Mitt. Erg. Bd. XXV, Nr. 124. 1898 Gotha.

[2]) Hann, Lehrbuch der Klimatologie, 3. Aufl. 1910, und Met. Zeitschr. 1865—1914.

[3]) G. Fraunberger, Studien über die jährl. Niederschlagsmengen des afrik. Kontinents. Petermanns Mitt. 1907.

[4]) E. L. Vosz, Die Niederschlagsverhältnisse von Südamerika. Erg. Heft Nr. 157 zu Petermanns Mitt., Gotha 1907.

[5]) R. Fitzner, Die Regenverteilung in den deutschen Kolonien, Berlin 1907, Deutsches Kolonial-Handbuch, Berlin 1901.

[6]) Sieglerschmidt, Das Klima der Nieder-Guinea-Küste und ihres Hinterlandes, Berlin 1910.

[7]) Frhr. A. v. Danckelman, Mitt. aus den Deutschen Schutzgebieten, Berlin, sowie zahlreiche Notizen in der Meteorolog. Zeitschrift.

[8]) P. Heidke, Deutsche überseeische Beobachtungen, herausgegeben von der Deutschen Seewarte Hamburg.

[9]) Ravenstein, M. O. Nr. 83, 1890; Meteorol. Observations at the foreign and colonial Stations of the Royal Engineers and the Army Medical Department, 1852—1886.

St. Helena, Barbados, Georgetown, Bermuda, Pt. au Prince. Nachgenannte Stationen sind anderen Quellen entnommen (in Klammern ist kurz die Quelle angegeben).

Loanda	(Observat. met. de Loanda Lissabon).
St. Thomé	(Resuma das Principaeo Observaços Meteorologicas).
Gr. Bassam	(Met. Zeitschr.).
Lagos	(Met. Zeitschr.).
St. Croix de Ténériffe	(Met. Zeitschr.).
La Paz Botanico	(Deutsche überseeische Beobachtungen).
Mogador	(Deutsche überseeische Beobachtungen).
Bahia	(Met. Zeitschr.).
Recife, Pernambuco	(Annuario, Observatorio de Rio de Janeiro).
Para	(Met. Zeitschr. und Sitz. Ber. k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien, Math. naturw. Klasse Bd. C IV. Abt. IIa Jan. 1905).
Paramaribo	(Nederl. Jaarbook).
Georgetown (Brit. Guayana)	(Handschriftl. Aufzeichnungen).
St. Cristopher	(Met. Zeitschr. 1886).
Kingston (St. Vincent)	(Ann. d. Hydr. 1886).
New Town, Roseau (Dominica)	(Met. Zeitschr. 1886).

Für die Stationen Togos wurde neben den „Deutschen überseeischen Beobachtungen" noch der Hann-Band 1906 der Met. Zeitschrift benutzt. Die engl. Maßeinheiten wurden sämtlich in die metrischen Maße umgerechnet. In allen genannten Veröffentlichungen ist den Stationsbeobachtungen in der Mehrzahl eine Stationsbeschreibung nebst Angaben über die Aufstellungsverhältnisse der Apparate beigegeben. Von der Wiedergabe dieser Stationsbeschreibungen muß abgesehen werden.

Fig. 1.

Das Material kann nur in wenigen Fällen (Ponta Delgada, Mogador, Kpeme, Loanda usw.) einer eingehenden Kritik standhalten. Fast überall sind Lücken in den Reihen infolge zeitweiliger Abwesenheit des beobachtenden Missionars, Farmers oder Kolonialbeamten durch Todesfälle, Epidemien, Reisen usw. enthalten, zuweilen sind die Beobachtungen anstatt täglich erst nach mehreren Tagen summarisch aufgezeichnet. Neben der Lückenhaftigkeit des Materials kommen Fehler durch den Gebrauch der verschiedensten Regenmesser und unzweckmäßige Aufstellung hinzu. In vielen Fällen ist das benutzte System nicht angegeben. Endlich ist

zu berücksichtigen, daß häufig der Regenmesser in den Trope wuchernden Vegetation beschattet wird, wodurch große Fehler in d hinein kommen können. Zweifel an der Richtigkeit der Beobach zuweilen nicht unberechtigt. So liegen von Recife zwei grundv achtungsreihen vor, wobei die Entscheidung darüber, welche die leicht ist[1]). Dies ist um so schwieriger, als hier eine Stationsh und geringe Reliefunterschiede auf kurze Entfernungen schon weichungen hervorrufen können.

Immerhin bieten eine Reihe von Kontrollen bedeutender Fo und die kritische Sammlung des Materials durch meteorologis Fachzeitschriften eine Bürgschaft für ein brauchbares, in etwa ho Es sei als ein Beleg und Beispiel auf die Station Debundscha hing Registrierungen v. Danckelman Zweifel setzte, die jedoch durch als unberechtigt sich herausstellten[2]). Da ich die Stationsauswahl Prüfung vorgenommen habe, darf ich hoffen, der Arbeit ein bra zugrunde zu legen.

Die Beobachtungen erstrecken sich über die Zeit 1865 bis 1 auf die Jahre 1890 bis 1910. Von einigen Stationen lagen alte Be vor; da es zweifelhaft war, ob diese alten Beobachtungen an ders wenigstens nahebei erfolgten, wurden sie vernachlässigt, um so m Nachbarstationen Beobachtungsreihen in diesen Jahren fehlten nicht möglich wurde.

Die Veröffentlichungen der englischen Beobachtungen (F schwer zugänglich, trotz aller Mühe waren diese nicht zu erlang Materials ist auf ganze Millimeter abgerundet nach dem gebräu $^5/_{10}$ und darüber liegende Zehntel auf ganze Einheiten zu erhöh Ungenauigkeiten sind dadurch nicht hineingekommen, wie die Untersuchungen dargelegt haben[3]).

Die Mehrzahl der Stationen ist nahe der Küste gelegen. N Inlandstationen sind verwandt worden, um den Gegensatz oder keit der inländischen Verhältnisse mit der Küstenzone zum Ausd

B. Die mittlere jährliche Regenperiode.

Im folgenden sei kurz die jährliche Periode der Niedersch gelegt[4]). Zu diesem Zweck vergleiche man die Ausführungen mit S. 430, in der ich die Normalmittel des Regenfalles der verwandte geben habe. Alle Normalmittel (mit Ausnahme von Uberaba) habe i Das Normalmittel von Uberaba ist Hanns Klimatologie, 2. Band,

Das Maximum der Niederschläge tritt in der Regel um di standes der Sonne ein. Innerhalb der Wendekreise steht die So Jahre im Zenit. Man sollte also in dieser Zone zwei Regenperio als normaler tropischer Regentypus gelten dürften. Aber nur in Zone liegen die Zenitabstände zeitlich so voneinander entfernt, rein zur Geltung kommen kann. In der Nähe der Wendekreise beiden Regenkurven zu einer einzigen. Am Äquator trifft der s Regentypus mit dem nordhemisphärischen zusammen, schon d sonderheiten im Regenfall am Äquator zu erwarten. Die Linie Streifen), die die Regenperiode der Südhemisphäre und der Nordhe nennt Supan hydrometeorischer Äquator.

Gemäß den Zenitständen der Sonne heißt die Zeit April die Nordhemisphäre Nordsommer, für die Südhemisphäre Südwin Abgrenzung ist astronomisch richtig, aber nicht immer im klimat

[1]) Regenzeit zu Recife nach I. Boletin Mensal des Observ. de Rio de Jane 1892 S. 115, 1879 S. 213, 1908 S. 429.

[2]) v. Danckelman, Mitt. aus den Deutschen Schutzgebieten, 1904, 88 Regenmessungen zu Debundscha".

[3]) A. Riggenbach, Genauigkeit bei Regenmessungen. Met. Zeitschr. 1

[4]) Man vergleiche hiermit: J. Hann, Handbuch der Klimatologie. 3. A

n von der üppig
lie Beobachtungen
tung sind deshalb
erschiedene Beob-
richtige ist, nicht
beschreibung fehlt
beträchtliche Ab-

orschungsreisender
sche Warten und
mogenes Material.
gewiesen, in deren
seine Nachfragen
nach vorsichtiger
uchbares Material

912, meist jedoch
eobachtungsreihen
selben Stelle oder
nehr als auch von
und ein Vergleich

Blue Books) sind
en. Ein Teil des
chlichen Schema,
en. Fehler oder
s Riggenbachs

Nur einige wenige
die Gleichförmig-
druck zu bringen.

ılagsmengen dar-
der Tabelle 1 auf
ı Stationen ange-
ch neu berechnet.
entnommen.
e Zeit des Zenit-
onne zweimal im
len erwarten, die
der äquatornahen
daß dieser Typus
verschmelzen die
idhemisphärische
adurch sind Be-
(besser wäre ein
misphäre trennt,

—September für
ter. Eine solche
ologischen Sinne.

iro, 2. Met. Zeitschr.

. Seite „Result. der

889, S. 156.
ufl. Band II, 1910.

falles.

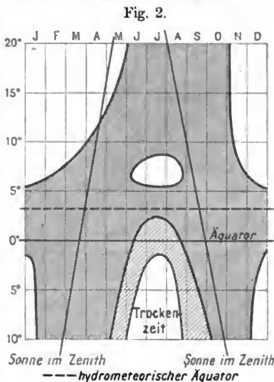
ai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov	Dez.	Jahr
.2	0	0	1	2	5	40	14	315
54	5	1	11	46	180	366	160	1567
51	5	0	2	27	178	323	176	1846
47	4	0	7	27	171	296	169	1791
29	14	0	10	18	124	155	95	1067
12	7	2	19	89	349	352	254	2465
30	93	16	83	370	472	311	84	2427
09	538	789	595	504	437	184	69	3974
27	1468	1579	1334	1475	1169	596	267	9877
57	487	258	61	135	218	61	23	1834
40	199	43	9	36	61	24	11	721
54	208	63	10	47	68	35	9	805
57	230	56	11	29	84	47	10	886
90	178	125	52	105	147	85	46	1292
05	291	221	24	113	151	50	21	1418
09	719	248	13	47	164	311	83	2363
78	218	164	101	133	148	72	36	1329
71	229	222	172	222	193	49	49	1658
75	268	227	162	218	179	74	47	1661
77	202	217	167	186	150	32	26	1402
72	182	179	138	227	165	34	12	1333
71	177	155	113	272	146	20	31	1389
62	156	201	272	242	133	13	6	1343
54	159	154	198	269	199	26	8	1308
19	593	890	925	798	345	140	25	4411
26	558	1191	976	720	378	97	18	4092
11	57	271	496	305	89	6	1	1237
13	94	191	212	134	44	1	3	694
2	13	85	230	125	49	2	13	523
0	0	15	101	90	37	25	8	283
3.2	21	73	139	85	27	2	7	360
0	0	4	44	55	33	12	9	170
5	1	1	1	7	26	49	43	229
4	1	0	0	2	32	70	77	325
10	2	0	0	5	38	68	46	344
57	40	22	39	65	87	104	97	843
66	57	31	52	82	118	126	134	1105
42	21	12	20	99	151	277	230	1724
30	287	207	116	77	120	188	101	2171
42	295	294	200	84	61	37	43	1929
69	133	51	16	14	16	13	42	1463
37	144	125	108	82	63	59	129	2204
69	391	181	75	27	37	84	262	3562
01	288	212	152	73	71	134	190	2270
84	303	217	170	65	55	145	276	2121
01	208	236	261	188	173	182	125	1698
95	366	406	286	294	345	425	257	3439
80	111	124	172	171	182	159	79	1248
60	226	209	211	226	232	225	140	1972
73	207	266	274	223	176	200	145	1901
98	92	105	144	154	173	134	96	1292
71	100	78	154	187	155	77	42	1389
38	114	113	153	106	110	153	111	1431
22	113	95	145	156	188	105	128	1555

Die Küste aller Länder erfährt durch das Meer durchweg eine Begünstigung ihres Klimas. Der Eintritt der Jahreszeiten erleidet an der Küste eine Verspätung. In solchen Fällen wurde zwar in der Arbeit von Sommer- oder Winterregen gesprochen, wenn auch die Zeit des Sommers oder Winters mit der astronomisch definierten nicht übereinstimmt[1]).

1. Tropisches Afrika (Westküste).

Die tropische Westküste Afrikas, also der Teil, der innerhalb der 20° Jahres-Isotherme der nördlichen und südlichen Halbkugel liegt, hat im allgemeinen Regen, die ihr Maximum zur Zeit der Sonnenzenitstände haben. Am hydrometeorischen Äquator verschmelzen die beiden Regenzeiten an der Küste zu einer einzigen[2]). Ein Diagramm, Fig. 2, ähnlich wie es E. de Martonne[3]) entworfen hat, gibt einen schematischen Einblick in die Regenverteilung der Westküste Afrikas gemäß den verwandten Stationen.

Fig. 2.



Die nördlich von etwa 20° N liegenden Stationen der Westküste Afrikas haben Winterregen. Je weiter wir nach Norden gehen, um so ungleichmäßiger wird die Regenkurve.

Gemäß der jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge der Küstenstationen lassen sich fünf Distrikte unterscheiden.

1. **Die Kongoregion.** Die Hauptregen fallen März—April und September—Oktober—November. Der Monat Juli weist gar keine oder nur geringe Niederschläge auf.

2. **Die Kamerunregion** hat eine Regenzeit mit dem Maximum im Juli.

3. Das Regenjahr der **Guineaküstenregion** zerfällt in zwei Regenabschnitte, August und Januar haben fast keinen Niederschlag; diese Monate trennen die Hauptregenzeiten.

4. **Die Senegalregion** besitzt eine Regenzeit mit einem Regenfallmaximum im Juli—August.

5. **Die marokkanische Region** hat ausgesprochene Winterregen. Im Juni—Juli nur ganz geringen Niederschlag, ihr südlicher Teil hat im Sommer eine Trockenzeit.

Die Regionen 1 bis 4 gehören den Tropen an, die marokkanische den Subtropen.

Die Niederschlagsmengen innerhalb dieser Regionen sind sehr verschieden. Die Kamerunregion erhält mehr als 3000 mm Niederschlag. Debundscha und Bibundi, die ihr angehören, sind dem regenreichsten Orte Cherrapunji fast gleichzustellen.

In allen anderen Regenfallregionen erreicht die Niederschlagshöhe meist nur gelegentlich 3000 mm, ja bleibt meist unter 2000 mm.

Die Kongoregion darf nach den Regenmengen in einen südlichen und einen nördlichen Bezirk geteilt werden. Dem südlichen gehören Loanda und noch etwa Mayumba an. Die Beziehung dieses Bezirks zu Südafrika wurde von Ottweiler[4]) behandelt. Der nördliche Teil mit St. Anne du Vernan Vaz, Dipikar, Libreville ähnelt mehr den Verhältnissen der Kamerunregion. Die Regenhöhe schwankt um 2000 mm. Dipikar in 2° 20′ N bleibt stets darüber, es hat nach astronomischer Zeitrechnung „Winterregen", aber der hydrometeorische Äquator geht nördlich

[1]) Siehe hierüber sowie auch über die Regen auf dem Atlantischen Ozean: G. Schott. Geographie des Atlantischen Ozeans. Hamburg 1912.

[2]) A. Supan, Die Verteilung des Niederschlags auf der festen Erdoberfläche. Peterm. Mitt. Erg. Heft Nr. 124.

[3]) Siehe Hann, Lehrbuch der Klimat. Bd. II.

[4]) E. Ottweiler, Die Niederschlagsverhältnisse von Deutsch-Südwestafrika. Mitt. aus den deutsch. Schutzgebieten 1907, S. 1.

von Dipikar. Dipikar kann im meteorologischen Sinne noch der Südhemisphäre zugerechnet werden. Dieser allmähliche Übergang des südhemisphärischen Typus in den nordhemisphärischen spiegelt sich in folgenden Zahlen wider: Die Regen von Mai—August betragen in Prozenten des Jahresmittels

bei Loanda	8° 49′ S	4%
„ St. Croix des Eshiras	1° 35′ S	8%
„ St. Anne du V. Vaz	1° 35′ S	9%
„ Libreville	0° 23′ N	10%
„ Dipikar	2° 20′ N	20%

Die Kamerunregion hat in diesen Monaten schon mehr als 50%, Duala z. B. 65% des mittleren jährlichen Niederschlags. Die Hauptregenmonate sind in dieser Region Juni—Oktober. Im Kamerungebirge sind je nach den Stationen verschiedene dieser Monate die regenreicheren. Eine graphische Darstellung der jährlichen Regenverteilung im Kamerungebirge gibt Hassert in den „Mitteil. aus den Deutschen Schutzgebieten“ 1911[1]).

Die Guinearegion hat Regenmengen mit etwa 2000 mm Höhe; die Küstenorte des Togolandes erhalten weniger als 1000 mm Niederschlag.

Die Senegalregion zerfällt wieder in zwei Bezirke, einen südlichen und einen nördlichen. Der südliche umfaßt die Sierra-Leone-Küste und den nördlichen Teil Liberias; mehr als 3000 mm Regen fällt hier jährlich. Der nördlich sich anschließende Bezirk umspannt das eigentliche Senegambien. Die Regen sind gering, sie schwanken zwischen 1000 und 200 mm. Nördlich der Senegalregion fehlt bis etwa 28° Breite jede meteorologische Beobachtung. Die Regen nehmen weiter ab, die Sahara tritt ans Meer heran. Bei Cap Juby, wo die Beobachtungen wieder einsetzen, haben wir Winterregen mit einer ausgesprochenen Trockenzeit im Sommer. Je weiter wir nach Norden schreiten, um so mehr schrumpft diese zusammen. Auf den Azoren fällt 20% der Jahresmenge von Mai bis September.

Die Inlandstationen der Kongoregion zeigen, daß landeinwärts die Sommerregen etwas anschwellen, die Trockenzeit wird ausgeprägter. In der Kamerunregion zeigt Yaunde, daß das Hinterland zwei Regenzeiten und zwei relative Trockenzeiten aufweist. Das Hinterland der Guinearegion hat gemäß den Registrierungen der Stationen des Togolandes zwei Regenabschnitte, die mehr und mehr landeinwärts zusammenschmelzen; der zweite Regenabschnitt ist der regenreichere im Gegensatz zum Küstengebiet. Die Regenmengen selbst sind größer als an der Togoküste, kleiner aber als an den anderen Stationen der Guineaküste. Die Trockenzeit im Sommer ist nur relativ. Kayes endlich zeigt für Senegambien ein ähnliches Verhalten wie die Küstenstationen. Die Regen nehmen landeinwärts zu, bleiben aber gegenüber den an der Sierra-Leone-Küste erheblich zurück. Das Hinterland Marokkos hat durch den Atlas bedingte Regenfälle, auf die nicht näher eingegangen werden soll. Es sei auf Hanns Klimatologie verwiesen.

2. Tropisches Amerika (Ostküste).

Südamerikas atlantische Küste hat nicht so leicht zu entwirrende Niederschlagsverhältnisse als Afrika. Von ungefähr 15° S südlich zeigen sich normale tropische Sommerregen. Von Bahia nördlich haben wir zwei Regenabschnitte; die Hauptregen fallen im Süd-Herbst. Die große Trockenzeit in den Wintermonaten ist am Ausgang des Winters noch angedeutet, sonst nur durch stetes Nachlassen der Regen zu konstatieren. Die Regen nach der Zeit des 2. Sonnenzenitstandes sind ganz gering und bei Ceara kaum wahrnehmbar. Dieser Regentypus, Regen von Oktober bis Juli, bleibt auch nördlich des Äquators bestehen, doch verschiebt sich das Regenmaximum mehr nach den nördlichen Sommermonaten hin; die Regen zu Ausgang des Herbstes wachsen an. So bildet sich ein Regenminimum zu Anfang des Herbstes. Die Regenmengen im Nordwinter sind noch beträchtliche. Die Regenzeit in den Monaten Mai bis Oktober wird auf den westindischen Inseln die intensivere. Mehr und mehr haben wir auf der Luvseite der Inseln Sommer-

[1]) K. Hassert, Das Kamerungebirge. Danckelmans Mitteil. 1911, S. 55. Hann, Lehrb. d. Klimatologie Bd. III, 3. Aufl. 1910.

regen (siehe Hacienda Perla). Selbst in 25° N auf den Bahamas haben wir noch diesen Regentypus. Auf den Bermudas werden die Winterregen intensiver und sind weiter nördlich die herrschenden.

Leider liegen fast alle meteorologischen Stationen auf den westindischen Inseln im vollen Lee des Passats. Sie zeigen meist Sommerregen mit einer leichten Einkerbung im Juli—August. Die Luvseite ist die regenreichere, doch ist die jährliche Periode nahezu die gleiche, so daß die Luv- und Lee-Regen angenähert gleichsinnig schwanken. Zwei Beispiele mögen dies erläutern (nach Hann und Supan), in $^0/_0$ des Jahresmittels dargestellt.

Porto Rico etwa 18° 30′ N-Br.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahresmenge
Hacienda Perla, Luvseite	5.7	1.4	4.2	7.8	11.5	10.7	11.8	8.3	8.5	10.1	12.5	7.5	3440
San Juan, Leeseite . .	5.7	3.8	4.4	6.5	8.9	9	11	10.4	9.5	11.4	11.8	7.9	1450

Dominica etwa 15° N-Br.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahresmenge
Luvseite	6.4	3.7	4.9	5.0	10.2	11.1	11.2	9.9	9.2	10.2	11.1	7.3	2620
Roseau, Leeseite . . .	7.8	3.7	3.1	3.2	3.8	11.0	13.7	14.5	11.8	8.8	10.6	7.7	1900

Die Stationen landeinwärts in Südamerika (sehr spärlich) haben meist die gewöhnliche tropische Regenverteilung, also zur Zeit oder kurz nach dem höchsten Sonnenstande. Das anormale Verhalten der Küstenstationen ist in ganz abgeschwächtem Maße bemerkbar. In Guayana, einige Grad nördlich des Äquators, herrscht eine Regenzeit, die im April beginnt und mit August endigt, also normal ist. In den Staaten Ceara und Bahia treten lange Trockenperioden von März bis September ein, die oft Dürren und Hungersnot im Gefolge haben.

C. Die unperiodischen Schwankungen des Niederschlags der Regenjahre.

Die vorherigen Betrachtungen über die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge waren notwendig, um die Fragen nach den unperiodischen Schwankungen der Regenfälle zu untersuchen. Diese Untersuchung bedingt eine Festsetzung der Grenzen des Regenjahres. Eine Festsetzung des Regenjahres ist unerläßlich, denn, so bemerkt Maurer[1]): „Das Kalenderjahr stellt für den Vergleich von Regenschwankungen nur eine Zufälligkeit dar, für deren Beibehaltung wenig andere als Bequemlichkeitsgründe angeführt werden können. Für vergleichende Betrachtungen des Regenhaushaltes auf der Erde wird man ja gleichzeitig Perioden zusammenfassen müssen; dafür sind Kalenderjahre bequem und praktisch; zum Studium der Regenvariabilität der einzelnen Stationen und größerer Gebiete wird aber eine andere Festsetzung des Regenjahres geboten sein...... Der gebotene Ausweg ist offenbar der: Man muß, wo Trockenzeiten auftreten, die Grenze des Regenjahres in die durchschnittliche Mitte einer solchen Trockenheit legen. Dann ist man davor bewahrt, zusammengehörige Regenmengen auf verschiedene Regenjahre zu verteilen und anderseits nicht Zusammengehöriges zu summieren. Noch von einem anderen Gesichtspunkt empfiehlt sich diese Lösung. In vielen tropischen Gebieten sind die Trockenzeiten die Perioden der Vegetationsruhe, soweit eine solche überhaupt eintritt."

Selbstverständlich darf man ergänzen, vertritt bei anderen Stationen ohne Trockenzeit der Monat des Regenminimums die Stelle der Trockenzeit und dieser Monat ist der Ausgangspunkt einer Folge von zwölf Monaten eines Regenjahres. Vorsicht ist allerdings geboten, indem eine Verschiebung der Regengüsse an der

[1]) H. Maurer, Zur Methodik der Untersuchung über Schwankung der Niederschläge. Met. Zeitschr. 1911, S. 97.
Siehe auch A. Supan, Die Verteilung der Niederschläge. Pet. Mitt. Erg. Heft 124, S. 51.

Grenze des Regenjahres um ein oder zwei Monate ein verzerrtes Bild ergeben kann, besonders wenn die Jahresmenge beider Regenjahre nahe dem Mittelwerte liegen sollte.

So wurde denn das Regenjahr der afrikanischen Stationen der Südhemisphäre einschließlich Dipikars in 2° N von Juli—Juni gerechnet, ebenso das der subtropischen Stationen Afrikas. Bei allen anderen afrikanischen Stationen war Dezember oder Januar der Monat des geringsten Niederschlags, infolgedessen das Kalenderjahr auch das Regenjahr. Die beiden Regenzeiten der Guinea-Küste, die innerhalb des Kalenderjahres liegen, wurden vorerst zusammen betrachtet. Bei den amerikanischen Stationen wurde das Regenjahr in verschiedener Weise festgelegt, für alle Stationen aber auch die Jahresmenge des Kalenderjahres berechnet, da bei einem Vergleich der Fehler nur ein kleiner sein kann. Denn die Hauptregen fallen beim südhemisphärischen Typus von Januar bis November mit geringen Niederschlägen im November und Dezember, bei dem auf der Nordhemisphäre vorherrschenden Typus von März bis Dezember mit minimalen Niederschlägen im Januar und Februar.

Die Untersuchung selbst ist der erste Schritt zur Bestimmung von Regenprognosen-Provinzen. Denn für gleichschwankende nahe zusammenliegende Stationen kann bei ähnlicher Lage die gleiche Ursache für die Schwankungen angenommen werden. Sollten entfernte Stationsdistrikte paralleles oder antiparalleles Verhalten zeigen, so kann die Frage nach dem Zusammenhang der beiden Ursachen untersucht werden.

Den schon angedeuteten Untersuchungen auf Gleichsinnigkeit der Schwankungen schicke ich zuvor ein Kapitel voraus, das über den Betrag der Schwankung Auskunft gibt. Es fragt sich, welcher Ausdruck die Schwankungen am besten widerspiegelt. Hellmann führte dafür den Schwankungskoeffizienten q, das Verhältnis des feuchtesten (R max) zum trockensten (R min) Regenjahr ein. Diese Zahl ist nicht sehr befriedigend, denn die Größenordnung des Regens, also die normale mittlere Regenmenge Rn fehlt gänzlich. Die Extreme lassen darüber im unklaren, besonders wenn der Wert q nicht als Bruch, sondern, wie es meist geschieht, als ausgerechneter Wert angegeben wird. Auch können die Extreme Werte sein, die für das klimatische Element ungewöhnlich groß oder klein sind. Maurer schlägt als Ersatz eine „modifizierte Häufigkeitskurve" vor. Für den Wert q ist die Kurve kein Ersatz, letztere bietet mehr. Zudem sind hier Schwierigkeiten in der Wahl der Schwellenwerte, und wie bei allen diesen Vergleichen muß die Anzahl der Jahre bekannt sein, um einen Maßstab für die Sicherheit der Kurve zu erhalten. Als Ordinaten statt der absoluten Häufigkeitszahlen Prozente der Gesamtzahl der Beobachtungen zu nehmen, gibt nichts mehr, ja kann, wenn mehrere Stationen mit verschieden langer Beobachtungsdauer verglichen werden, ein recht schiefes Bild ergeben.

Bei einem kurzen Überblick über den Betrag der Schwankungen interessieren drei Größen, das Normalmittel Rn, die maximale Regensumme R max, die minimale Regensumme R min. Diese drei Größen habe ich in der folgenden Tabelle in verschiedener Weise vereinigt.

Westküste Afrikas.

Region	Station	Beob. Jahre	R max.	Jahr	R min	Jahr	R max — R min	R max — R min / R n %	R max / R min	R n	Supans Schwank. Zahlen %
Kongo	Loanda	28	633 564	1897/98 1898/99	36 100	1890/91 1901/02	597 464	190 150	19 5.6	315	40
	St. Thomé	14	1390	1878/79	782	1883/84	608	67	1.6	915	15
	Libreville	12—13	2775	1898/99	1960	1896/97	815	33	1.5	2465	15
Kamerun	Debundscha 1894 fehlt	13—15	14133	1902	7358 7916	1899 1907	6775	69	2.0	9877	14
	Duala 1902 fehlt	21	5005	1892	3000	1907	2000	50	1.7	3974	19

Region	Station	Beob. Jahre	Rmax.	Jahr	Rmin	Jahr	Rmax — Rmin	$\frac{\text{Rmax} - \text{Rmin}}{\text{Rn}}$ %	$\frac{\text{Rmax}}{\text{Rmin}}$	Rn	Supans Schwank. Zahlen %
Togo (Küste)	Kpeme	11	1137 1074	1907 1910	532	1902	605 542	75 69	2.1	805	25
	Lome	13	1105 905	1910 1907	528	1904	577	65	2.1	886	26
	Sebe	12	1413	1907	616 690	1897 1902	797	110	2.3	721	25
	Porto Novo. 1904 fehlt	11—12	2104	1907	789	1902	1315	90	2.3	1418	19
Guinea Togo (Hinterland)	Tafie	11	1993 1641	1910 1906	801	1904	1192	85	2.5	1329	14
	Misahöhe	13	2579	1910	860	1904	1719	108	3.9	1661	15
	Atakpame	12	1788	1910	1200 1200	1904 1906	588	40	1.6	1402	15
	Kete Kratyi	14	1788	1910	891 1029	1907 1904	897	67	2.0	1333	16
	Sokode	11	1588 1565	1909 1901	981 1174	1904 1903	607	46	1.6	1343	22
Senegal	Sierra Leone	15	5232 5196	1881 1884	2518 3103	1851 1875	2714	60	2.1	4411	21
	St. Louis	15	595	1906	169	1896	426	120	3.5	360	39
	St. Vincent (Kapverden) 1906 fehlt	18	468	1887	20 42	1902 1900	448	260	23.4	169	32
	Kayes	9	1127 1072	1906 1905	526	1902	600	102	2.1	693	34
Subtropen	Las Palmas	15	329	1890/91	170	1900/01	159	70	2.5	228	21
	Mogador	16	549	1896/97	170	1899/00	379	110	3.2	344	20
	P. Delgada	47	1340	1880/81	459	1907/08	881	105	2.7	843	10

Ostküste Amerikas.

Region	Station	Beob. Jahre	Rmax.	Jahr	Rmin	Jahr	Rmax — Rmin	$\frac{\text{Rmax} - \text{Rmin}}{\text{Rn}}$ %	$\frac{\text{Rmax}}{\text{Rmin}}$	Rn	Supans Schwank. Zahlen %
N. Brasilien	Bahia	9	2809	1882	1524	1885	1285	58	1.8	217	14
	Pernambuco	20	3192 3025	1895 1899	1001 1210	1889 1890	2191 1815	110	3.2	1929	16
	Para	16	2926	1897	2026	1903	900	41	1.5	2204	13
Guayana	Cayenne	15—16	6875	1907	1632	1899	5243	130	4.2	3562	18
	Paramaribo. 1907 fehlt	33—34	3172	1871	1247	1899	1925	88	2.5	2270	11
	Georgetown	32	3358	1849	1141	1868	2217	104	2.9	2121	11
Antillen	Barbados	27—28	1725	1886	870	1885	885	70	2.0	1248	12
	St. Christopher	30	2111	1861	895	1882	1210	94	1.9	1292	10
Subtropen	Bermuda (Propper)	19	2226	1902	1115	1907	1101	70	2.0	1555	6

Die Zahlen geben ein ganz verschiedenes Bild der Schwankung einer Station, je nachdem man die Schwankungsamplitude oder Relativzahlen als Maß zugrunde legt. Beide sind aber ergänzend und nur beide zusammen betrachtet ergeben ein Bild der Schwankung einer Station. Kpeme und Debundscha haben ungefähr gleiche Relativwerte, aber die Mengen verhalten sich etwa wie 1:11. Debundscha z. B. hat also ungleich stärker schwankende Regenmengen.

Die Reihen der Jahre R max und R min zeigen, daß die Stationen einer Region in ihren maximalen oder minimalen Regensummen Übereinstimmung zeigen. Erwähnenswert ist, daß die Stationen Kameruns und Togos entgegengesetztes Verhalten zeigen, indem 1902 das Maximum des Regenfalls für Debundscha brachte, ein Minimum jedoch an der Togo-Küste herbeiführte. Umgekehrt war das Verhältnis 1907. Ferner ist das Hinterland von Togo in wechselnder Weise an den Hauptregen-Jahren der Küste beteiligt. 1907 waren gleichzeitig an der Guayana- und Guinea-Küste maximale Niederschläge. Nimmt man die Amplitude R max — R min,

so erkennt man, daß wir an jeder Seite des Atlantischen Ozeans zwei Gebiete mit einem großen Ausschlag haben: Kamerun und Recife, Sierra-Leone und Guayana.

Die Rubriken $\frac{R\,max - R\,min}{R\,n}\,100$ und $\frac{R\,max}{R\,min}$ geben ein ähnliches Bild.

Urteilt man gemäß diesen Zahlen, so hat Loanda als starken Schwankungen unterworfen zu gelten. Nach Norden zu werden diese geringer und sind am Äquator verhältnismäßig gering; im Kamerunbezirk schwellen sie leicht an. An der Guinea-Küste werden sie intensiver und erreichen an der Togo-Küste ein Maximum, im Landinneren scheinen sie im Gebirge noch größer zu sein, um von Kete Kratyi ab weiter im Inneren kleiner zu werden; an der Sierra-Leone-Küste kleiner, im Hinterland (Kayes) größer, nehmen sie nach Norden zu und erreichen auf den Cap Verdischen Inseln einen hohen Wert. In den Subtropen sind sie bedeutend, aber auf den Inseln kleiner als auf dem Festland.

Bahia hat eine kleine Schwankungszahl, eine große Recife. Para unter dem Äquator hat minimale Schwankungen, groß sind sie in Guayana, verhältnismäßig groß auf den Inseln der Antillen und Bermuda.

Bemerkenswert ist, daß Libreville und Para etwa in gleicher Breite dieselben Schwankungen aufweisen, wobei auch ihre mittleren Regenmengen angenähert gleich sind.

An dieser Stelle sei noch der Begriff der jährlichen Periodizität der Regenschwankungen einer Station behandelt, wie ihn Supan[1]) aufgestellt hat. Er versteht darunter den Unterschied zwischen der größten und kleinsten mittleren Monatsmenge, ausgedrückt in Prozenten der mittleren Jahresmenge. Er unterscheidet drei Kategorien:

1. Mittlere Regenschwankung unter 10%. Regen zu allen Jahreszeiten. Die Regellosigkeit der jährlichen Periode, der eigentliche Charakterzug dieser Gebiete.

2. Regenschwankungen von 10 bis 20%, mäßige Periodizität. Charakteristisches Merkmal: Monate mit Maximal- und Minimalregensummen.

3. Regenschwankungen von 20% und darüber, strenge Periodizität, strenge jährliche Periode der Regen. Die einzelnen Regenjahre geben wechselnde Bilder: scharfe Gegensätze zwischen nassen und trockenen Jahren.

Gemäß dieser Definition habe ich die Supanschen Schwankungszahlen berechnet. Die Zahlen zeigen, wie schon angegeben, die Verteilung der Regen über das Jahr. Charakteristisch ist der Gegensatz zwischen Ost- und Westatlantischer Küste. Auf der Ostseite haben wir große Gegensätze, die nur in Äquatornähe gemildert sind. In etwa 10 bis 15° Breite zu beiden Seiten des Äquators liegen die maximalen Beträge der Kontraste in den Monatsregensummen. Die Subtropen ragen in ein Gebiet veränderlicher Regen hinein. Auf der Westseite sind die Gegensätze längs der ganzen Küste ausgeglichener, selbst Cayenne mit seinen enormen Schwankungen bleibt innerhalb der Kategorie 2.

Einen letzten Ausdruck für die Schwankungsgröße der Jahresniederschläge erhält man, indem man die mittlere $\pm$-Abweichung der Jahresniederschläge vom Normalmittel berechnet und diesen Wert in Prozenten des Normalmittels ausdrückt. Für einige Stationen wurde dieser Wert berechnet, er ist für Loanda 42%, Libreville 10%, Debundscha 18%, Kpeme 24%, P. Noro 27%, Misahöhe 24%, Sokode 11%, St. Louis 29%, St. Vincent 56%, Mogador 24%, Bahia 14%, Recife 19%, Cayenne 18%.

Diese Zahlen haben dieselbe Größenanordnung wie die Supanschen Werte; alles, was für die Supanschen Werte der periodischen mittleren jährlichen Schwankung der Niederschläge gesagt wurde, gilt auch für obige Werte.

Die letzten Resultate erfahren eine weitere Interpretation in den nun folgenden vergleichenden Untersuchungen der unperiodischen Jahresschwankungen der Niederschläge.

Unter dem Ausdruck: Zwei Stationen schwanken gleichsinnig oder in gleicher Weise ist im folgenden nur die Tatsache gemeint,

[1]) Alex Supan, Die Verteilung des Niederschlags auf der festen Erdoberfläche. Pet. Mitteil., Erg. Heft Nr. 124. 1898, S. 50.

daß der Niederschlag eines Jahres höher oder tiefer zum Vorjahre liegt, nicht aber, daß das Verhältnis der Jahresregensummen der Stationen dasselbe geblieben ist. Inwieweit der Regenfall auf der einen oder anderen Station stärker war, geht aus den Abweichungen vom Mittelwerte hervor. Um der Diskussion der Abweichungen erhöhte Bedeutung zu geben, sind die Jahresmittelwerte gemeinsamer Beobachtungsjahre einiger Stationen jeder Region mitgeteilt.

Station	Jahrgänge	Jahresmittel	Station	Jahrgänge	Jahresmittel
Loanda . . .	1879—91, 1894—1908	315	Bahia . . .	1880—89	2171
	1896—1908	306	Recife . . .	1887—1906	1929
Libreville . .	1896—1908	2465		1897—1903	2117
	1905—1908	2256	Para	1894—1903, 1906—10	2204
Dipikar . . .	1905—1908	2427		1897—1903	2473
Duala . . .	1889—1901, 1905—1910	3974	Cayenne . .	1897—1903	2800
	1895—1901, 1905—1910	3876		1904—1908	5183
Debundscha .	1895—1909, 1905—1909	9877	Paramaribo .	1864—89, 96—97, 99—04	2270
	1895—1901	8165		1865—83	2319
Sierre-Leone . .	1849—51, 74—78, 80—81, 1883—86, 99—1900	4411	Georgetown .	1846—56, 64—84	2121
				1865—83	1993
Conakry . .	1905—1908	4092	New Town .	1865—85 (Jahresmengen)	1901
Dakar . . .	1898—1908	523		1864/65, 1883/84 (Regenzeit)	1901
	1905—1908	638			
St. Louis . .	1892—1908	360	St. Christopher	1856—85	1292
	1905—1908	373		1865—84	1243

Aus diesen Zahlen folgt, daß die Jahresmittel je nach dem Beobachtungszeitraum verschieden ausfallen. Insbesondere sind die Werte von Cayenne recht schwankend.

Auffallend ist auch das Verhalten der Stationen der einzelnen Regionen. Manche Perioden sind zu trocken, andere erscheinen zu naß.

1. Die Kongoregion.

Die Stationen der Kongoregion zeigen meist ein gleichsinniges Verhalten.

Die Beobachtungen von St. Croix-des-Eshiras sind lückenhaft und müssen zu Anfang der Beobachtungen vorsichtig bewertet werden. Das Jahr 1907/08 in Mayumba mit mehr als 1000 mm Niederschlag im April und Mai scheint zweifelhaft. 1910/11 scheint für Loanda der Niederschlag gering gewesen zu sein, 1908/09 dagegen höher als 1907/08. Brazzaville, Mayumba, St. Croix-des-Eshiras zeigen ein gleiches Verhalten wie die Küstenstationen. Die Inlandstationen schwanken in ausgeprägterer Weise als diese. 1881/82, 1901/02, 1904/05 weichen St. Thomé, Libreville, St. Anne gegen die Stationen südlich ab; die nördlichen registrieren starke Niederschläge, der Süden geringe.

Aus zwei Berichten der Met. Zeitschr. 1886[1])[2]) geht das gleiche Verhalten

[1]) Meteorol. Beobachtungen an der Kongomündung. Met. Zeitschr. 1886, S. 317.

[2]) Zum Klima von Sibange Farm. Met. Zeitschr. 1886, S. 39. In dem Bericht heißt es:

„Größere Unregelmäßigkeiten weist der Regenfall auf. Dieser war in der vorliegenden Periode (1884) ein verhältnismäßig spärlicher. Nur das Jahr 1881 war noch trockener. Dieses Defizit an Niederschlag ward hauptsächlich durch die geringe Ergiebigkeit des Regenfalles im Oktober, November, Dezember 1884 veranlaßt, welche sich an der ganzen Südwestküste von Afrika, wie leider so oft, wieder in verhängnisvoller Weise für die Bewohner des Landes geltend machte und in Loango sogar zu einer Hungersnot Veranlassung gab. Die Zahl der Regentage war in dieser Periode nicht wesentlich kleiner als in anderen günstigeren Jahren, aber die Ergiebigkeit der einzelnen Regen im Durchschnitt wesentlich geringer, und auf diesen Umstand kommt es bei der starken Evaporation und der hohen Wärme in den Tropen in bezug auf das Gedeihen der Vegetation besonders an. Die Dauer der großen Trockenzeit betrug in den Jahren 1880 60, 1881 111, 1882 82, 1883 82, 1884 124 Tage. Die kleine Trockenzeit um die Jahreswende dauerte nur 9 Tage, vom 1. bis 9. Januar.

der Stationen Ponta da Lenha in etwa 6° S und der Sibange Farm am Gabun unter dem Äquator für das Jahr 1883/84 hervor. Dieses Jahr war ein sehr trockenes, ebenso das Jahr 1879/80. Beide Jahre waren auch für St. Thomé die niederschlagärmsten. St. Thomé darf wohl mit Libreville als gleichschwankend angesehen werden, auch scheint St. Thomé im Verhältnis mit Loanda übereinzustimmen (drei Monatssummen der Regenzeit von St. Thomé fehlen).

Abweichungen der jährlichen Regenmengen vom Mittel.

(Ein * bedeutet, daß ein Beobachtungsmonat fehlt.)

	Loanda	Mayumba	St. Anne V. V.	St. Croix Esh.	St. Thomé	Libreville	Dipikar		Loanda	Mayumba	St. Anne V. V.	St. Croix Esh.	St. Thomé	Libreville	Dipikar
Jahres-mittel	315	1583	1790	1845	1067	2465	2427	Jahres-mittel	315	1583	1790	1845	1067	2465	2427
1874/75	.	.	.	.	– 12	.	.	1892/93	.	.	.	.	.	.	.
75/76	.	.	.	.	+ 89	.	.	93/94	.	.	.	.	.	.	.
76/77	.	.	.	.	.	.	.	94/95	+ 131	.	.	.	.	.	.
77/78	.	.	.	.	– 192	.	.	95/96	– 25	.	.	.	.	.	.
78/79	.	.	.	.	+ 323	.	.	96/97	– 33	.	.	.	.	– 505	.
79/80	– 136	.	.	.	– 109	.	.	97/98	+ 318	.	.	.	.	+ 183	.
1880/81	– 3	.	.	.	– 253	.	.	98/99	+ 248	.	.	.	.	+ 310*	.
81/82	– 185	.	.	.	+ 190	.	.	99/00	– 206	.	.	.	.	– 365	.
82/83	+ 235	.	.	.	.	.	.	1900/01	+ 32	– 195	– 61	.	.	– 193***	.
83/84	– 157	.	.	.	– 285	.	.	01/02	– 215	719	– 354	– 195	.	+ 208	.
84/85	+ 218	.	.	.	.	.	.	02/03	+ 55	+ 1144	+ 389	– 108	.	+ 109	.
85/86	– 149	.	.	.	.	.	.	03/04	– 93	+ 28	124	– 65	.	– 278	.
86/87	– 127	.	.	.	– 157	.	.	04/05	– 130	.	+ 268*	– 515	.	+ 210	.
87/88	+ 200	.	.	.	.	.	.	05/06	– 16	.	.	.	.	– 140	+ 297
88/89	– 9	.	.	.	.	.	.	06/07	+ 15	.	.	.	.	– 190	– 172
89/90	– 110	.	.	.	.	.	.	07/08	– 80	.	.	.	.	299	– 205
90/91	– 280	.	.	.	.	.	.	08/09	.	.	.	.	.	.	+ 218
91/92	.	.	.	.	.	.	.	09/10	.	.	.	.	.	.	+ 835

2. Die Kamerunregion.

In der Kamerunregion schwanken Duala und Debundscha meist in gleicher Weise. Die Registrierungen von Bibundi, Victoria stimmen mit den vorgenannten Stationen in ihren Schwankungen überein. Die absoluten Schwankungen der Regenmengen bei Debundscha sind beträchtlich. Auffallend ist, daß an dieser Station lange Jahre hintereinander die Abweichungen über oder unter dem Mittel liegen, daran kann die Unsicherheit von Rn schuld sein, doch geht aus der Größe der Abweichungen hervor, daß die Schwankungen zweier aufeinander folgender Jahre beträchtlich kleiner sind, als die zwischen den Extremen. Über die Kamerunregion vergleiche man neben den angeführten Arbeiten von Fitzner usw. noch Meyer, Das Deutsche Kolonialreich, Bd. I.

Abweichungen der jährlichen Regenmengen vom Mittel.

	Duala	Debundscha		Duala	Debundscha
Jahresmittel	3974	9877	Jahresmittel	3974	9877
1889	+ 62	.	1900	— 968	— 3768**
1890	+ 14	.	1901	— 263***	+ 2923*
1891	+ 465	.	1902	.	+ 4256
1892	+ 829**	.	1903	.	+ 992
1893	— 1115***	.	1904	.	+ 1931
1894	+ 1031	.	1905	+ 176	+ 1100
1895	— 232	— 909	1906	+ 181	+ 632
1896	— 338	— 97	1907	— 974	— 1961
1897	— 372	— 408	1908	+ 617	— 3884**
1898	+ 155	— 246	1909	+ 337	— 3059
1899	— 545	— 2519	1910	+ 347	.

3a. Die Oberguineaküste.

Im Guineabezirk stimmen die jährlichen Schwankungen gut überein. 1901 war der Sommerregen in Lome zu gering; Fehler in der Beobachtung sind nicht ausgeschlossen. 1906 war in Porto Novo der Mainiederschlag gering. Die Monate Januar und Februar werden für Lome kaum nennenswerte Niederschläge geliefert haben, so daß auch dieses Jahr mit Sebe übereinstimmt. Lagos schwankt mit seinen Niederschlägen wie Porto.Novo, Grand Bassam hat 1905 einen hohen Niederschlagswert; scheinbar ist die Station an der Grenze unseres Bezirks gelegen. Die Übereinstimmung von Porto Novo mit den Stationen des Togo-Landes geht noch aus einer Bemerkung Fitzners hervor auf Grund der Jahresberichte des Deutschen Kolonialblattes[1]).

Abweichungen der jährlichen Regenmengen vom Mittel.

	Kpeme	Sebe	Lome	Porto Novo		Kpeme	Sebe	Lome	Porto Novo
Jahresmittel	805	886	720	1417	Jahresmittel	805	886	720	1417
1892	..	— 97	— 27 **	.	1903	— 248	— 83	— 127	— 495
1893	.	.	.	.	1904	— 236	— 17	— 192	.
1894	.	.	.	.	1905	— 220	+ 76	— 129	— 254
1895	.	.	.	.	1906	— 122	— 47	— 202	+ 199
1896	.	.	.	.	1907	+ 332	+ 527	+ 186	+ 686
1897	.	— 270	.	— 487	1908	+ 88	+ 201	+ 144	+ 111
1898	.	.	.	+ 280	1909	+ 210	+ 27	+ 34	.
1899	.	.	.	— 512	1910	+ 269	+ 57	+ 385	.
1900	.	— 166	+ 23	+ 232	1911	+ 39	.	+ 56	.
1901	+ 65	.	— 191	+ 339	1912	.	.	.	.
1902	— 272	— 196	— 32	— 629					

Auch bei diesen Stationen ist Vorherrschen von Abweichungen im selben Sinne mehrere Jahre hintereinander bemerkenswert.

Da dieser Bezirk zwei Regenabschnitte aufweist, der erste Abschnitt des Regenjahres (I) umfaßt die Monate Januar bis Juli, der zweite (II) August bis Dezember, so ist es von Interesse, die Schwankungen der einzelnen Regenzeiten zu untersuchen und zu prüfen, welches die intensivere Regenzeit ist.

Regensummen der Regenabschnitte I und II.

		1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Kpeme	I	.	.	.	.	493	501	504	535	483	617	1084	442	823	861	767
	II	.	.	.	.	377	31	252	33	100	65	52	350	192	213	77
Sebe	I	.	.	.	535	.	652	542	778	766	686	1352	657	725	662	.
	II	.	.	.	185	382	38	261	91	196	153	61	430	188	281	.
Lome	I	.	.	.	524	279	644	448	453	527	451	814	604	565	855	728
	II	.	.	.	219	250	43	148	75	64	67	92	260	188	250	48
Porto Novo	I	781	1387	540	1340	1046	656	613	.	837	1157	1737	942	.	.	.
	II	150	311	365	310	710	133	305	202	327	460	367	587	.	.	.
Lagos	I	.	.	.	1481	1775	801	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	II	.	.	.	367	1083	305	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Grand Bassam	I	.	.	.	.	.	.	.	.	1895	1483	.	1279	.	.	.
	II	.	.	.	.	.	.	.	.	592	448	500	802	.	.	.

[1]) R. Fitzner, Die Regenverteilung in den deutschen Kolonien, S. 27: „Während in regenreichen Jahren (z. B. 1898, von dem leider keine Messung, sondern nur ein allgemeiner Bericht vorliegt), die kleine Trockenzeit fast gänzlich verwischt wird und die große Regenzeit bis in die 2. Hälfte des August reicht, stellen sich auch ungewöhnlich lange Trockenperioden ein. Eine solche Trockenzeit suchte das Küstengebiet vor 10 Jahren heim, die kleine Regenzeit 1896 blieb völlig aus . . . ."

Nicht immer ist der Monat August der regenärmste; z. B. hatte Porto Novo 1899 im August 115, im September nur 48. Die Regen der ersten Jahreshälfte sind die intensivsten. Die Verhältniszahlen der Mittel der beiden Regensummen zum Jahresniederschlag sind:

	Kpeme	Sebe	Lome	Porto Novo	Lagos	Grand Bassam
I	79 %	79.6 %	81 %	74.7 %	70 %	71 %
II	21 %	20.4 %	19 %	25.3 %	30 %	29 %

Die Regen der Togo-Küste sind geringer als an anderen Punkten der Guinea-Küste. Die Regen in der zweiten Jahreshälfte fallen hier in manchen Jahren in ganz geringen Mengen. Die Regen von Januar bis Juli sind demnach ausschlaggebend für die jährliche Regenkurve.

Wie aus den obigen Zahlen hervorgeht, schwanken die Regenhöhen der Regenabschnitte an den Stationen in gleichem Sinne. Das Maximum von I fiel an allen Stationen 1907, das der Zeit II 1901 oder 1908; das Minimum des Abschnitts I wurde notiert 1903, das von II 1902.

3b. Das Hinterland der Guineaküste (Togo).

Vergleicht man die jährlichen Schwankungen der Stationen des inneren Togolandes, so lassen sich zwei Regenschwankungsbezirke unterscheiden; ein küstennäherer mit Tafie, Amedschowe, Misahöhe, Atakpame und ein weiter landeinwärts gelegener von Kete Kratyi, Bismarckburg ab mit Sokode und Bassari. Die Stationen jedes Bezirkes für sich gehen in ihren Regenmessungen zusammen. Die Regenhöhen beider Bezirke divergieren in leichter Weise, nur die Minima- und Maximawerte entsprechen sich meist in beiden Bezirken. Bei Kete Kratyi ist nach Gruner[1]) eine Naturgrenze zu beobachten; die tropische Vegetation wird durch savannenartige ersetzt.

1902 und 1905 sind leichte Abweichungen zu bemerken, 1907 sind in Tafie geringe Sommerregen notiert. Eine Zunahme der Regen mit der Stationshöhe besonders im küstennahen Gebiet ist zu beobachten.

Abweichungen der jährlichen Regenmengen vom Mittel.

	Tafie	Amedschowe	Atakpame	Misahöhe	Bismarckburg	Kete Kratyi	Sokode	Bassari
Jahresmittel	1329	1658	1402	1661	1389	1333	1343	1308
1889	.	.	.	.	+142	.	.	.
1890	.	.	.	.	- 84	.	.	.
1891	.	.	.	-312	+ 54	.	.	.
1892	.	.	.	.	+ 64	.	.	.
1893	.	.	.	+893	+ 39	.	.	.
1894	.	- 94**	.	-606	.	.	.	.
1895	.	- 85	.	.	.	.	.	.
1896	.	-162	.	.	.	.	.	.
1897	.	+141	.	.	-375	.	.	.
1898	.	-568	.	.	.	+130**	.	.
1899	.	- 57	-140	.	.	+323	.	.
1900	-518	.	- 52	.	.	217	.	.

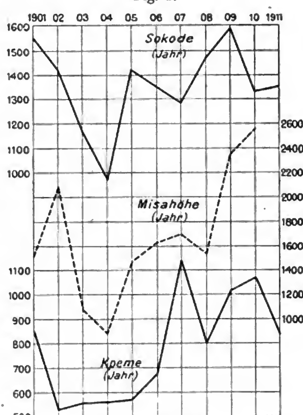
	Tafie	Amedschowe	Atakpame	Misahöhe	Bismarckburg	Kete Kratyi	Sokode	Bassari
Jahresmittel	1329	1658	1402	1661	1389	1333	1343	[illegible]
1901	+207	.	+135	-106	.	- 91	+222	[illegible]
1902	23	.	+ 47**	+416	.	+ 51	+ 93	+ 19
1903	-245	.	.	-608**	.	-190	-172	[illegible]
1904	-528	.	-223**	-801	.	-304	-362	[illegible]
1905	- 15	.	- 12	-209	.	+ 25	+ 64	[illegible]
1906	-312	.	202	- 44	.	- 39	[illegible]	[illegible]
1907	- 70	.	- 55	- 30	.	-442	-147	[illegible]
1908	64	.	+ 19	-139	.	+ 22	+140	[illegible]
1909	+299	.	+ 80	+757	.	+478	-245	[illegible]
1910	+684	.	+386	+918	.	+455	- 17	[illegible]
1911	.	.	+278	.	.	-270	8	[illegible]
1912	.	.	.	.	.	.	[illegible]	[illegible]

[1]) Gruner, Land und Leute des Togo, Verein für Erdk., Halle 1895.

Das Maximum der Regen im Sommer ist für die landeinwärts gelegenen Stationen nicht so ausgeprägt wie an der Küste. An den küstennahen Stationen noch im August gelegen, verschiebt es sich auf Juli bis Juni landeinwärts. Die Regen in diesen Monaten bleiben beträchtlich. Die Trockenzeit der Küste ist nur durch ein leichteres Zurückdrängen der Regen angedeutet.

Vergleicht man die jährlichen Regenkurven von Kpeme mit Misahöhe und Sokode, so erkennt man bei Misahöhe einen ähnlichen Verlauf der Regen wie an der Küste; bei Sokode sind die Kurven häufig fast entgegengesetzt. (Figur 3.)

Fig. 3.



Bildet man die Prozentanteile der Regen von Januar bis Juli (I) und August bis Dezember (II), so erhält man folgende Zahlen:

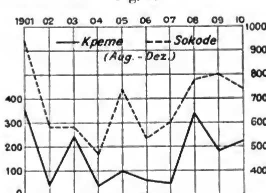
	I	II	Angenäherte Entfernung von der Küste
Tafie	64 %	36 %	80 km
Misahöhe	59 %	41 %	110 «
Atakpame	60 %	40 %	150 «
Amedschowe	59 %	41 %	110 «
Bismarckburg	58 %	42 %	230 «
Kete Kratyi	56 %	44 %	225 «
Sokode	50 %	50 %	310 «
Bassari	54 %	46 %	350 «

Aus den Zahlen folgt eine relative Zunahme der Regenfälle von August bis Dezember mit wachsender Küstenferne. Die Herbstregen bestimmen wesentlich mit die Jahresregenkurven der Stationen von Kete Kratyi ab, um so mehr, als bei diesen Stationen die Regen von Januar bis Juli von geringer Schwankung sind, wie folgende Zahlen zeigen (ganz im Gegensatz zu der Küste, z. B. Kpeme).

Januar bis Juli	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Kpeme	493	501	504	535	483	617	1084	442	823	861	767
Misahöhe	800	1284	617	454	873	1126	1082	785	1303	1453	613
Sokode	613	839	575	506	664	752	597	700	735	584	841
Bassari	588	619	551	590	617	595	476	535	685	598	712

Aus den Zahlen geht hervor, daß in manchen Jahren die Frühjahrsregen für das Hinterland ergiebiger sind als für die Küste und daß umgekehrt in anderen Jahren die Küste reichlicheren Regen erhält als das Innere. Vergleicht man aber die Regen vom August bis Dezember im Hinterland mit jenen von Kpeme derselben Zeit, so gewahrt man, daß die Schwankungen dieser Zeit auch in den Regenhöhen des Hinterlandes wiederkehren. Die Ursache der Schwankungen scheint an der Küste wirksamer zu sein. Der Einfluß der Regen von August bis Dezember auf die Jahreskurve ist deutlich zu verfolgen. Dasselbe Verhalten läßt sich auch bei Bassari nachweisen und in vermindertem Maße bei den übrigen Stationen. Die bei den Jahresschwankungen entgegengesetzten Kurven von Kpeme und Sokode stimmen von August bis Dezember überein. (Figur 4.)

Fig. 4.



(Fortsetzung folgt.)

Die Verschiebung des synodischen Luftdrucksystems unter dem Einfluß der 18.6 jährigen Mondperiode.

Von F. Schuster, Oberstleutnant a. D., Karlsruhe.

In meiner Abhandlung: »Die 18.6 jährige Mondperiode in meteorologischer Hinsicht« — Meteorologische Zeitschrift 1913, S. 488 — habe ich den Einfluß der 18.6 jährigen Periode, des Mondzirkels, auf den Luftdruck, die wässerigen Niederschläge, auf die Temperatur und die Windbewegung in großen Mittelwerten nachgewiesen, und ich habe ferner in der Arbeit: »Die Änderung des Luftdruckes in mondperiodischen Wellensystemen und deren Interferenz« — Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie 1914, S. 433 u. ff. — unter anderem gezeigt, wie das synodische Luftdrucksystem unter dem Einfluß des Mondzirkels eine regelmäßige zeitliche Verschiebung, und zwar im Sinne der Bewegung des Mondzirkels, erleidet.

Nachdem neuerdings die Beobachtungsreihe von 35 auf 42 Jahre, also über die doppelte Zeit eines Mondzirkels hinaus, erstreckt werden konnte, und die erwähnte Verschiebung in Ursache und Wirkung einen sicheren Abschluß erreicht hat, so dürfte eine zusammenfassende Beschreibung des Phänomens wohl am Platze sein.

Unter den mondperiodischen Wellensystemen, für die ich aus langen Versuchsreihen große Mittel bildete, ist zweifellos das aus dem synodischen Monat das regelmäßigste und in den Jahreszeiten beständigste, weil hier allein nur die Stellungen der Sonne und des Mondes zur Erde entscheidend in Frage kommen. Die Beständigkeit ist der Art, daß man für einen bestimmten Ort geradezu von einem Normalbarometergang wird sprechen können.

In den Annalen 1914 gibt die Figur 3 auf S. 433 die Hauptmittel des Luftdruckes aus dem synodischen Umlauf für Karlsruhe in der Weise, daß die mittlere Kurve das Hauptmittel aus einer 35 Jahre umfassenden Untersuchung, die Kurven darüber und darunter aber die Mittel der betreffenden Winter- bzw. Sommerhalbjahre ersehen lassen. Das Charakteristische dieser Kurven ist eine halbmonatliche Periodizität, deren Minima zu Neu- und Vollmond liegen; die zwischenliegenden Maxima sind, deutlich sichtbar im Jahresmittel und im Mittel der Winterhalbjahre, durch Minima geringeren Grades gekerbt.

Aus diesen Kurven geht ferner unzweifelhaft hervor, was sich übrigens bei allen meinen Untersuchungen, die nach Jahreszeiten getrennt durchgeführt wurden, bestätigte, daß sich die Mondwirkung im Winter weit deutlicher offenbart als im Jahresmittel oder im Sommer.

Dieser Umstand bewog mich, nachdem schon früher der starke Einfluß der 18.6 jährigen Mondperiode auf zeitliche Verschiebung des synodischen Wellensystemes von mir erkannt worden war, eine Untersuchung über diesen Einfluß lediglich in den Wintermonaten aufzunehmen, deren Ergebnisse anbei in Figur 1 dargestellt sind.

Die sechs oberen Kurven dort sind der Reihe nach Mittelwerte des Luftdruckes aus den 12 bis 13 synodischen Monaten der Doppelwinterhalbjahre 1877/79, 1886/88, 1891/93, 1898/00, 1905/07 und 1912/14 für Karlsruhe. Die Abstände von 7 Jahren sind gewählt, um die Verschiebung durch den langen Zeitraum von über zwei Mondzirkeln in leicht übersehbarer Weise darstellen zu können.

Die oberflächliche Betrachtung der sechs Kurven zeigt schon, daß die Neu- und Vollmondstellungen von den Maxima gemieden werden, so daß letztere also in der Regel zwischen diese Mondstellungen zu stehen kommen; dabei ist jedoch eine zeitliche Verschiebung des ganzen durch die sechs Kurven gegebenen Systems in der Richtung von Ost nach West unverkennbar, und zwar entspricht das Zeitmaß dieser Verschiebung, wie durch Probieren festgestellt wurde, am besten dem der Bewegung der Knotenlinie der Mondbahn auf der Ekliptik.

Eine ganze Umdrehung der Knotenlinie, der Mondzirkel, findet bekanntlich innerhalb der Zeit von 18.6 Jahren statt, und wenn man von den beiden eingezeichneten Diagonalen die durchgezogene in der Figur 1 von ihrem Anfang

bis zu der mit 37 bezeichneten Stelle verfolgt, so hat die Verschiebung gerade einen Umlauf durch den synodischen Monat vollendet. Während ein Mondzirkel also beispielsweise das Wellensystem von Neumond zum Vollmond trifft, so beeinflußt der andere das System von Vollmond zum Neumond.

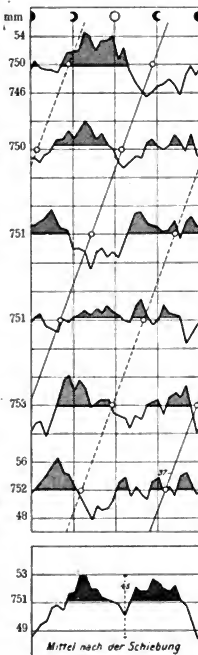


Fig. 1. Mittel der Winterhalbjahre.

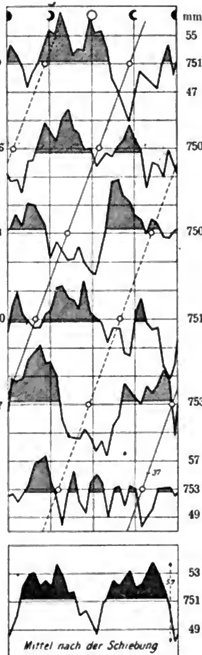


Fig. 2. Mittel der Dezember- bis Februarperioden.

Diese Wirkung äußert sich als eine minimumbildende, etwa wie ein Laufgewicht, das sich langsam auf einem Wagbalken von rechts nach links bewegt.

In der obersten Kurve z. B. hat es das normale Maximum aus dem synodischen Monat beim letzten Viertel untergetaucht, dafür ist das Maximum vor Vollmond entsprechend gehoben. In der zweiten Kurve ist die Diagonallinie fast bis an den Drehpunkt herangerückt, das Maximum vor Vollmond hat sich gesenkt, das nach Vollmond etwas gehoben. In Kurve 3 hat das Laufgewicht den Drehpunkt überschritten, das Maximum vor Vollmond hat sich noch weiter gesenkt und ist ausgewichen, das nach Vollmond hat sich entsprechend weiter gehoben u. s. f.

Bei genauem Zusehen ist auch zu bemerken, daß bei allen diesen Verwandlungen die Kennzeichen des Normal - Barometerganges, die Minima und die Kerbungen zu den Zeiten der Hauptmondphasen, sich zu erhalten suchen; der Umstand aber, daß zwei Diagonalen sich durch das ganze System hindurchziehen lassen, kennzeichnet von vornherein die Erhaltung der synodischen Doppelperiode auch während der Verschiebung. Daß dies tatsächlich der Fall ist, läßt sich leicht nachweisen, wenn die zeitliche Verschiebung rückgängig gemacht wird, was auf folgende Weise leicht geschehen kann:

Man denkt sich die Diagonalen, unter Mitnahme der Kurven, senkrecht gestellt und hängt die vor den sechs Kreismarken einer Diagonale — hier der stark ausgezogenen — befindlichen Kurventeile am rechten Ende ihrer Kurven wieder an — das arithmetische Mittel aus den Zahlenreihen der so zurückgeschobenen Kurven ergibt dann den in Figur 1 unten eingezeichneten Verlauf, die reine doppelphasige Welle mit 4,5 mm Höhenausschlag, welche nur möglich ist, weil schon die sechs oberen Kurven die Neigung zu diesem Verlauf behalten haben.

Soll der Erfahrungssatz richtig sein, daß der Mondeinfluß im Winter stärker hervortritt als im Sommer, so muß sich eine Verschärfung dieses Ein-

flusses herausstellen, wenn bei unseren sechs Kurven die Mittel anstatt aus den Winterhalbjahren nur aus den in die Monate Dezember—Januar und Januar—Februar fallenden synodischen Perioden, also im ganzen nur aus je vier Monaten, gebildet werden, wobei freilich von vornherein zweifelhaft bleiben konnte, ob die geringe Zahl von vier Perioden bei der großen Verschiedenheit im Verlauf derselben, die auch einem geübten Auge bei direktem Vergleich schwerlich einen Anhalt für die Annahme einer gesetzmäßigen Einwirkung bietet, zu einer Mittelbildung in dem erwarteten Sinne ausreichen würde.

Die sechs oberen Kurven der Figur 2, welche lediglich je die Mittelwerte aus den vier inneren synodischen Winterperioden darstellen, zeigen nun nicht nur im ganzen in bezug auf den Verlauf eine große Ähnlichkeit mit den entsprechenden Kurven der Figur 1, sie zeigen auch in bezug auf die Wellenschwankung entschieden mehr Charakter. Die sechs Mittelkurven der Figur 1 haben der Reihe nach größte Ausschläge von nur 9.0, 6.6, 8.2, 6.3, 8.5 und 8.7, durchschnittlich also 7.9 mm, während die entsprechenden Ausschläge in Figur 2, 15.3, 11.8, 13.4, 13.9, 15.6 und 10.0, im Durchschnitt also von 13.3 mm, zeigen. Aber auch die zeitliche Verschiebung tritt in Figur 2 besser heraus als in Figur 1. Die Minima sind etwas reiner, und die Folge ist, daß nach Aufhebung der Verschiebung, wie sie zu Figur 1 beschrieben wurde, sich ein Mittelwert ergibt, die unterste Kurve der Figur 2, der an Deutlichkeit kaum zu wünschen übrig läßt. Die Doppelperiode des synodischen Monats steht außer Zweifel und selbst die Kerbungen der Maxima, wie sie der Normalbarometergang im Winter zeigt, sind beiderseits bei den Viertelstellungen vorhanden. Der Wellenausschlag ist bis auf 5.7 mm gewachsen.

Wenn meine Arbeit: »Die Änderung des Luftdruckes in mondperiodischen Wellensystemen und deren Interferenz« zu dem Schlusse kam:

> Alle Mondumläufe erzeugen in unserer Atmosphäre Druckwellensysteme, deren Interferenz im Barometergang zum Ausdruck kommt,

so bringen die Ergebnisse dieser Abhandlung die folgerichtige Durchführung der Interferenzwirkung der 18.6jährigen Mondperiode auf das synodische Luftdrucksystem zur Darstellung. Sie illustrieren aber auch deutlich den weiteren Satz:

Im Winter tritt der Mondeinfluß stärker hervor als im Sommer, oder allgemeiner gefaßt: Mit Zunahme der Sonnenwirkung tritt die Mondwirkung zurück.

In den Annalen 1914, S. 438, ist an einem Beispiel gezeigt, daß die Mittelkurven aus je vier, nur in den Januar fallenden Perioden, nach Aufhebung der zeitlichen Verschiebung, ein Luftdruckhauptmittel mit einer Amplitude von 9.3 mm liefern können; in dieser Arbeit hat die Amplitude auf Grundlage der Dezember- und Januarperioden den Wert von 5.7 mm, und wenn von den Winterhalbjahren ausgegangen wird, so ist die Amplitude nur noch 4.5 mm.

Im selben Sinne verlaufen auch die Hauptergebnisse aus meinen Untersuchungen über die Änderungen des Luftdruckes im synodischen Monat. Vgl. z. B. Annalen 1914, S. 433, Figur 3.

Während dort die Mittel der Jahre 1873 bis 1907 für die Winterhalbjahre Wellenausschläge bis zu 2.5 mm ergaben, so betrugen sie im Jahresmittel nur 1.1 mm und schwinden im Hauptmittel aus den Sommerhalbjahren bis auf 0.8 mm.

Daß in der Äquatorialzone unter dem mächtigen Einfluß der Sonnenwirkung der Mondeinfluß kaum mehr durchkommt, so daß sich im allgemeinen nur noch die tägliche Variation bemerklich macht, ist hiernach wohl begründet.

Die erdmagnetischen Arbeiten der australischen antarktischen Expedition 1911 bis 1913.

Im Anschluß an die kurze Mitteilung über die meteorologische Station auf Macquarie Island[1]) seien nachstehend einige Angaben über den Verlauf der von Dr. Mawson geleiteten australischen antarktischen Expedition und ihre erdmagnetischen Untersuchungen, soweit sie bisher veröffentlicht worden sind, gemacht. Die Ausführungen stützen sich im wesentlichen auf die vorläufigen Berichte[2]) von E. N. Webb, der als Erdmagnetiker an der Expedition teilgenommen hat und mit der Bearbeitung eines großen Teiles des gesammelten Materials betraut ist.

Eine der Hauptaufgaben der Expedition bestand in der weiteren Erforschung der erdmagnetischen Verhältnisse des Südpolarkontinents, und zwar des zwischen dem Kap Adare und dem Gaußberge gelegenen Gebietes mit einem Vorstoß nach der Gegend des magnetischen Südpols. Dadurch sollte vor allem eine wertvolle Ergänzung des Beobachtungsmaterials geschaffen werden, das wenige Jahre vorher durch die von Shackleton geleitete Expedition jenseits des magnetischen Südpols gewonnen worden war. Die instrumentelle Ausrüstung der Expedition, die zum größten Teil von dem Carnegie-Institut in Washington und dem Christchurch-Observatorium auf Neu-Seeland gemeinsam zur Verfügung gestellt wurde, umfaßte u. a. einen Satz Registrierinstrumente für die Hauptbasisstation und eine ganze Reihe von Instrumenten für absolute Bestimmungen, die sowohl dort als auch bei den verschiedenen gleichzeitig unternommenen Schlittenreisen gebraucht wurden.

Nach Ausführung der erforderlichen Konstantenbestimmungen und Vergleichsbeobachtungen mit den bei der Vermessung Australiens benutzten Instrumenten des Carnegie-Instituts trat die Expedition Anfang Dezember 1911 von Hobart aus ihre Reise nach dem Süden an. Ein mehrtägiger Aufenthalt auf Macquarie Island wurde zur Bestimmung der magnetischen Elemente an einigen Punkten der Insel benutzt. Dabei ergaben sich für die vier dicht benachbarten, am Nordende der Insel liegenden Punkte (54° 30.7′ S-Br. und 158° 57′ O-Lg. v. Gr.) folgende Mittelwerte[3]):

D = 18° 24′ O, J = 77° 50′ S, H = 0.1399 C. G. S.-Einheiten

und für den fünften an der Südwestecke der Insel gelegenen Punkt (54° 46.5′ S-Br. und 158° 47′ O-Lg.):

D = 16° 31′ O, J = 77° 56′ S, H = 0.1358 C. G. S.-Einheiten.

Im Januar 1912 wurde das Hauptarbeitsgebiet Adélie Land erreicht, wo der größte Teil der Expeditionsmitglieder in der Commonwealth Bay landete, während die übrigen nach Westen weiter fuhren, um in der Nähe des Gaußberges eine geeignete Stelle für eine zweite Basisstation aufzusuchen. Bald nach Herstellung der Winterquartiere und zweier Beobachtungshäuschen, von denen das eine zur Aufnahme der Registrierinstrumente und das andere zur Anstellung absoluter Beobachtungen bestimmt war, konnte mit den regelmäßigen Arbeiten begonnen werden. Die Registrierungen, bei denen auf die außerordentlich großen Schwankungen der Elemente Rücksicht genommen werden mußte, wurden bis auf eine Unterbrechung von etwa 14 Tagen von Ende März 1912 bis zum 8. Februar 1913 fast lückenlos durchgeführt. Die Ergebnisse der absoluten Bestimmungen, die ein- bis zweimal wöchentlich angestellt wurden, sind bereits zum größten Teil berechnet und veröffentlicht[4]). Die sich hieraus ergebenden Mittel-

[1]) Siehe »Ann. d. Hydr.« 1916, Heft V, S. 291.
[2]) Siehe »Nature«, Bd. 91, 1913, S. 648, und »Researches of the Department of Terrestrial Magnetism, Carnegie-Institution«, Bd. 2, S. 127, Washington 1915.
[3]) Siehe »Researches — —« S. 60.
[4]) Siehe »Researches — —« S. 62.

werte für die Hauptbasisstation (67° 0.2′ S-Br. und 142° 37′ O-Lg. v. Gr.) betragen:

D = 6.5° W, J = 87.4° S, H = 0.0311 C. G. S.-Einheiten.

Eine vorübergehend im August 1912 besetzte Kontrollstation, die etwa 1 km von der Hauptstation entfernt im Eise lag und daher frei von etwaigen örtlichen Einflüssen war, lieferte folgende Werte, die verhältnismäßig nur wenig von den obigen abweichen:

D = 1.3° W, J = 87.4° S, H = 0.0307 C. G. S.-Einheiten.

Auf einer weiteren Station (67° 8.8′ S-Br. und 142° 37′ O-Lg. v. Gr.), ungefähr 16 km südlich von der Hauptstation, wurde Mitte September 1912 gefunden:

D = 6.6° O, J = 86.5° S, H = 0.0428 C. G. S.-Einheiten.

Infolge anhaltender heftiger Stürme konnten die für den Sommer in Aussicht genommenen verschiedenen Schlittenreisen zur Erforschung der magnetischen Verhältnisse des Küstengebiets und des Inneren erst im November angetreten werden. Von diesen waren der von Leutnant Bage geführte Vorstoß nach dem Süden, an dem E. N. Webb als Beobachter teilnahm, und die von C. T. Madigan geleitete Reise nach dem Osten die wichtigsten. Die erstere, die u. a. mit einem Instrument zur Bestimmung der Deklination, Inklination und Totalintensität ausgerüstet war, legte, möglichst der jeweiligen Richtung des magnetischen Meridians folgend, auf dem Hinwege 484 km zurück und drang bis zu 70° 36.7′ S-Br. und 148° 11′ O-Lg v. Gr. vor. Aus den hier an dem südlichsten Punkte der ganzen Reise in 1800 m Höhe am 21. Dezember 1912 angestellten Beobachtungen sind folgende Werte berechnet worden:

D = 50° 30.4′ W[1]), J = 89° 43.3′ S, T = 0.6692, H = 0.0033.

Die Rückreise, die anfangs glatt vonstatten ging, gestaltete sich in ihrem weiteren Verlaufe wegen anhaltend ungünstiger Witterung äußerst schwierig; besonders die letzten 100 km stellten überaus hohe Anforderungen an die Ausdauer der Reisenden, da es nicht gelang, das auf der Ausreise benutzte Lager mit dem dort niedergelegten Proviant aufzufinden, so daß der Rest des Weges unter Zurücklassung alles irgendwie Entbehrlichen, so auch des benutzten Instrumentes, bei heftigem Schneesturm in Gewaltmärschen zurückgelegt werden mußte.

Im ganzen sind während dieser Reise an sieben Stationen vollständige Beobachtungssätze gewonnen worden, während rohere Deklinations- und Inklinationsbestimmungen noch in fast jedem Ruhelager erfolgten. Außerdem wurde nach Zurücklegung von 281 km auf 69° 12.8′ S und 144° 53′ O-Lg. v. Gr. am 8. und 9. Dezember die Deklination 25 Stunden lang fortlaufend beobachtet, wobei sich zwischen dem Maximum und dem Minimum ein Unterschied von 11° ergab. Bemerkenswert ist das Vorhandensein beträchtlicher Störungen, die besonders auf der Strecke zwischen den Punkten 68° 20′ S-Br., 143° 45′ O-Lg. und 69° 34′ S-Br., 145° 19′ O-Lg. festgestellt wurden, wo nicht nur die Deklination ganz unregelmäßige Werte zeigte, sondern auch die Inklination trotz ständiger Annäherung an die Gegend des magnetischen Südpols stellenweise ab- statt zunahm.

Auf der längs der Küste nach Osten unternommenen Schlittenreise, die sich bis über den 150. Längengrad hinaus erstreckte, gelang es C. T. Madigan, in der Zeit vom 21. November 1912 bis zum 6. Januar 1913 an 13 verschiedenen Punkten 11 Deklinations- und 8 Inklinationsbestimmungen auszuführen, deren Ergebnisse in der nachstehenden Tabelle kurz zusammengestellt sind[2]).

---

[1]) Webb gibt in seinem kurzen vorläufigen Bericht D = 70° 49′ W an; der obige Wert ist bei der nachträglichen Bearbeitung des Materials ermittelt worden.

[2]) Siehe »Researches — —« S. 63 und 64.

Nummer	φ	λ	Datum	D	J
1	67° 19.0′ S-Br.	144° 13′ O. Lg. v. Gr.	21. XI. 1912	21.0° W	87° 51.6′ S
2	67° 23.8′ «	144° 39′ «	25. XI. 1912	9.3° W	—
3	67° 24.4′ «	145° 47′ «	28./29.XI.1912	6.7° W	88° 6.0′ S
4	67° 24.4′ «	145° 59′ «	29. XI. 1912	7.8° W	—
5	67° 32.6′ «	147° 14′ «	3. XII. 1912	3.2° O	87° 43.9′ S
6	67° 38.2′ «	148° 28′ «	12. XII. 1912	5.8° O	87° 53.5′ S
7	67° 48.6′ «	148° 45′ «	15. XII. 1912	4.9° W	—
8	67° 51.2′ «	148° 46′ «	15. XII. 1912	—	88° 3.0′ S
9	68° 18.9′ «	150° 24′ «	19. XII. 1912	—	88° 17.0′ S
10	68° 19.9′ «	150° 13′ «	19. XII. 1912	16.1° O	—
11	68° 21.5′ «	149° 54′ «	20. XII. 1912	15.2° O	—
12	67° 36.0′ «	146° 2′ «	1. I. 1913	11.4° W	88° 14.3′ S
13	67° 24.5′ «	144° 36′ «	6. I. 1913	11.8° W	88° 13.6′ S

Von den weiteren Unternehmungen mögen noch kurz die Arbeiten auf der zweiten, westlichen Basisstation und die von dort aus ausgeführten Schlittenreisen erwähnt werden. Als Beobachtungsort diente eine Schneehütte, die auf dem Barriereeis errichtet und bei einer Meerestiefe von 400 m 22 km vom Lande entfernt war; ihre geographischen Koordinaten waren 66° 19.9′ S-Br. und 95° 1′ O. Lg. v. Gr. Die hier von A. L. Kennedy vom 13. Juni bis zum 3. September 1912 und vom 21. bis zum 30. Januar 1913 angestellten absoluten Beobachtungen ergaben etwa folgende Mittelwerte:

$$D = 66.0^\circ \text{ W}, \; J = 77.9^\circ \text{ S}, \; H = 0.1295 \text{ C. G. S.-Einheiten.}$$

Registrierungen sind nicht vorgenommen worden. Zwei Schlittenreisen, von denen die eine nach Westen bis zum Gaußberge und die andere nach Osten etwa 200 km weit ausgedehnt wurden, dienten zu Deklinations- und Inklinationsbestimmungen.

Schließlich möge noch darauf hingewiesen werden, daß während des ganzen Aufenthaltes der Expedition in dem Forschungsgebiet neben den erdmagnetischen Arbeiten ein umfangreiches Material an sorgfältigen meteorologischen und Südlichtbeobachtungen gesammelt worden ist.

Die eingehende Bearbeitung der überaus wertvollen erdmagnetischen Ber obachtungen und Registrierungen im Zusammenhang mit dem Material einigen Observatorien, die sich bereit erklärt hatten, zu gewissen, vorher vereinbartei Stunden besondere Schnellregistrierungen vorzunehmen, dürfte nach einer Notz in der Zeitschrift »Terrestrial Magnetism« Vol. XX, S. 76 demnächst beendet sein. Ein großer Teil der Ergebnisse der absoluten Bestimmungen an den Basisstationen und während der verschiedenen Schlittenreisen, die auszugsweise im vorstehenden wiedergegeben sind, ist bereits in dem von dem Carnegie-Institut herausgegebenen II. Bande der »Researches of the Department of Terrestrial Magnetism« mit der außerordentlichen Beschleunigung, durch die sich das genannte Institut bei der Bekanntgabe seiner Forschungsergebnisse stets auszeichnet, veröffentlicht und der Verwertung zur Verbesserung der magnetischen Karten zugängig gemacht worden. Schon jetzt kann mit Sicherheit behauptet werden, daß unsere Kenntnis der erdmagnetischen Verhältnisse des Südpolargebietes durch die Forschungen der australischen antarktischen Expedition eine außerordentliche Bereicherung finden wird.

Dr. K. Burath.

Kleinere Mitteilungen.

1. **Bedenken zur Kalenderreform.** Im VII. Heft des Jahrganges 1916 der Annalen der Hydrographie (S. 388 bis 391) bespricht Herr Prof. Köppen mit anscheinender Zustimmung einen kürzlich aufgetauchten Vorschlag zur Reform unserer Tageszählung. Der aufgeworfene Gedanke war ja nicht ganz neu, da in den letzten Jahren vor dem Kriege mehrere ähnliche Vorschläge gemacht waren. Insbesondere ist die Verkettung jedes bestimmten Monatstages mit einem bestimmten Wochentage mit Hilfe der Einlegung eines sogenannten Doppelsonntags im Gemeinjahr und zweier Doppelsonntage im Schaltjahr von verschiedenen Seiten gefordert worden.

Der Zeitpunkt, wo die griechisch-orthodoxen Bulgaren sowie die Türken gerade den gregorianischen Kalender für ihr bürgerliches Leben angenommen haben, wobei sie kleine religiöse Bedenken zurückstellten, ist wohl nicht geeignet, ihnen sofort eine Änderung des Systems aufzudrängen, das ihnen noch vor kurzem als das beste gepriesen wurde. Es heißt vollends sehr optimistisch denken, wenn man mit dem Urheber des Vorschlages annimmt, nach dem Kriege würden sogar unsere Feinde die Neuerung so gut annehmen, wie seinerzeit die deutschen und englischen Protestanten nach und nach den gregorianischen Kalender angenommen haben.

Gegenwärtig möchten wir jedoch von der politischen Frage zunächst absehen und unser Auge nur auf die kalendarisch-technische Seite richten. Käme die Neuerung durch, so würde in die Tageszählung ein Element der Unsicherheit kommen, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird.

Die richtige Datierung von Ereignissen ist eine Angelegenheit nicht nur der Natur- und Geschichtsforschung, sondern auch des öffentlichen Lebens, d. h. des Rechts- und Geschäftslebens. Daß bei wichtigeren Beobachtungen und ebenso bei anderen maßgebenden Urkunden nicht nur Datum und Jahr, sondern auch der Wochentag angegeben werde, ist eine nützliche Vorschrift. Möglicherweise würde sie schon laxer gehandhabt werden, wenn man wüßte, daß z. B. der 25. Januar sowieso immer ein Mittwoch wäre, daß es also anscheinend keinen Sinn hätte, ihn im Einzelfalle noch als solchen zu bezeichnen. Da nun erfahrungsgemäß die meisten Menschen bei der Datenzählung gelegentlichen Fehlern unterliegen, würde die so wichtige Kontrolle durch den Wochentag wegfallen. Das gilt besonders von einem Fehler, der viel häufiger gemacht wird als man denkt, nämlich von der falschen Jahreszahl. Wer von uns hat nicht schon in einem Briefe, den er in der ersten Januarhälfte schrieb, das alte Jahr angegeben? Hat er Wochentag und Datum richtig vereint, so kann der Brief gleichwohl später als Beweisstück dienen; oder man müßte schon entweder das Zusammentreffen von zwei bestimmten Fehlern annehmen oder eine Unsicherheit um fünf oder sechs Jahre. Selbst in späteren Monaten wird, wovon manches Beobachtungsbuch zeugen dürfte, das Jahr gelegentlich falsch angegeben; besonders aber bei Ereignissen, die man nicht sofort niedergeschrieben hat, vielmehr erst nach Jahren aus dem Gedächtnis auskramt. Das Jahr wird hier sehr rasch um die eine oder andere Einheit unsicher; aber eine Angabe wie etwa die, daß in jenem Jahre Weihnachten auf einen bestimmten Wochentag gefallen ist, würde nach dem alten, nicht jedoch nach dem neuen System die Feststellung gestatten, da eine Unsicherheit um fünf oder sechs Jahre nicht leicht vorkommen wird. Auch das gilt gleicherweise von Beobachtungen wie von Rechtsgeschäften.

Den scheinbaren Vorteil der festen Verkettung von Wochen- und Monatstag müßte man mit dem wunderlichen, im Gemeinjahr einmal und im Schaltjahr zweimal einfallenden Doppelsonntag erkaufen, der zweifellos, besonders wo es sich um verblassende Erinnerungen handelt, weit mehr Fehler im Gefolge haben wird als der vielberufene und sogar zu einer Schicksals-Tragödie benutzte 29. Februar[1]). Auch dem religiösen Empfinden, z. B. der Israeliten und Moslem, würde die Durchbrechung des altehrwürdigen Zyklus der Woche kaum entsprechen; wir

[1]) Bei Reisen um die Welt hätte man unter Umständen drei Tage nacheinander Sonntag.

bemerken das, weil der Antragsteller ausdrücklich hervorhebt, daß er das liturgische Leben der einzelnen Bekenntnisse nicht stören will. Jedenfalls stellt die Woche den einzigen Zyklus dar, der seit Jahrtausenden in einfachster, unabänderlicher Weise fortgeschritten ist, darum aber bei allen chronologischen Arbeiten einen sicheren Prüfstein abgibt. Warum sollen wir uns dieses wertvollen arithmetischen Ankers begeben und neue, ungewisse Gestade aufsuchen?

J. Plassmann.

2. **Weitere Nachrichten von Shackletons Südpolar-Expedition.** In Ergänzung der Mitteilung im Juni-Heft dieser Zeitschrift (S. 346) sei kurz über das Schicksal der Hauptexpedition Shackletons berichtet auf Grund einer Darstellung von A. Merz in der Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin (1916, Heft VI), die auf Mitteilungen Shackletons in der englischen Zeitschrift »Nature« beruht.

Die »Endurance« verließ Süd-Georgien am 6. Dezember 1914 und ging zunächst mit östlichem Kurs bis zu den Süd-Sandwichs-Inseln, sodann südostwärts vordringend, wo sie in 58° 40′ S-Br., 18° W-Lg. schweres Packeis antraf. Von hier aus wurde der Kurs südwärts gesetzt und am 10. Januar 1915 Coats-Land gesichtet und entlang der unbekannten Küste bis Prinzregent-Luitpold-Land vorgedrungen. Die Küste wurde aufgenommen, ein günstiger Landungsplatz konnte nicht entdeckt werden. Auf dieser Fahrt wurde das Schiff vom Eis besetzt, die Temperatur sank Mitte Februar auf — 18°, Ende Februar auf — 45°, und es mußte, da Jungeis das alte Packeis zusammenschloß, die Hoffnung auf eine Landung oder auf ein Freiwerden des Schiffes aufgegeben werden. Das Schiff ist nun mit dem Eis zunächst nach Südwesten bis 77° S-Br., 35° W-Lg., also nur 45 Sm entfernt von dem Landungsplatz der deutschen Expedition in der Vahsel-Bucht, und sodann von diesem Punkt aus nach Nordwesten getriftet. Die Trift ging, da das Schiff in südlicherer Breite als die »Deutschland« von Eis besetzt worden war, in größerer Nähe des Landes, zeigte aber im ganzen denselben Verlauf wie die »Deutschland«-Trift. Die Pressungen haben im Verlauf der Trift das Schiff stark beschädigt, so daß es schließlich am 20. November 1915 (etwa in 66° S-Br.) gesunken ist. Von diesem Zeitpunkt an bis zum 8. April 1916 trieb die Expedition auf einer Eisscholle bis in die Nähe der Süd-Shetland-Inseln; am 17. April gelang eine Landung auf der Elefant-Insel.

Da Ausrüstung und Proviant unzureichend waren, fuhr Shackleton am 24. April mit vier Leuten im Boot nach Süd-Georgien, um Hilfe herbeizuholen. Wunderbarerweise gelingt diese lange Fahrt im kleinen Boot durch eines der sturmreichsten Gebiete der Welt; am 15. Mai wird an der Südwestküste von Süd-Georgien in der König Haakon-Bucht gelandet, die Insel wird durchquert zur Possessionbucht und am 20. Mai die Walfängerstation in Stromness erreicht. Fürwahr, eine glänzende Leistung! Schon am 23. Mai geht Shackleton mit einem Walfänger zum Entsatz seiner Gefährten nach der Elefant-Insel, aber der Versuch mißlingt, ebenfalls ein zweiter Versuch, der von den Falklands-Inseln aus unternommen wurde, so daß die Lage der auf der Elefant-Insel Zurückgebliebenen sehr ernst ist. —

Vergleicht man die Erfolge der englischen Expedition mit denen der deutschen Expedition im Weddell-Meer, so ergibt sich zweifellos, daß die englische Expedition, trotzdem sie auf den Erfahrungen der deutschen Expedition fußen konnte, weniger Erfolg gehabt hat, da keine Landung geglückt ist, das Schiff verloren wurde und ein Teil der Besatzung in gefährdeter Lage zurückgelassen werden mußte. Welches sind die Gründe für diesen Mißerfolg der englischen Expedition? Die niedrigen Temperaturen, die im Februar 1915 gemeldet werden, lassen erkennen, daß der Sommer außergewöhnlich kalt gewesen ist, denn eine Temperatur von — 45°, wie sie auf der »Endurance« im Februar beobachtet wurde, ist von uns selbst im Winter nicht gemessen worden. Dies hat wahrscheinlich einen frühzeitigen Schluß der Schiffahrt herbeigeführt, so daß das einmal vom Eis besetzte Schiff nicht wieder freigekommen ist.

Aber neben diesen Umständen dürften auch andere noch mitsprechen. Ursprünglich war auch die Fahrt der »Deutschland« über die Süd-Sandwich-

Inseln nach Coats-Land angesetzt (vgl. die Denkschrift über die Deutsche antarktische Expedition, Berlin 1911, E. S. Mittler & Sohn). Aber die ungünstigen Erfolge der schottischen Expedition, welche zweimal im Osten der Weddell-See angesetzt worden war und das zweite Mal sich nur durch einen glücklichen Zufall bei Coats-Land aus dem Eis herausgearbeitet hatte, während Weddells südlicher Kurs, allerdings bei günstigen Eisverhältnissen, ohne weiteres Erfolg gehabt hatte, veranlaßten mich in einer Sitzung in Buenos Aires darzulegen, daß der zentrale Weg die beste Angriffslinie für die Erreichung hoher südlicher Breiten in der Weddell-See sei (vgl. Annalen der Hydr. 1913, S. 134). Man wird nämlich bei einem Angriffspunkt im Osten immer auf Schwierigkeiten mit der großen Eistrift, die von Osten kommend in die Weddell-See hineinsetzt, rechnen müssen; im Westen wird die aus der Weddell-See heraussetzende Trift ein Vordringen meist verhindern, während in den zentralen Teilen am ehesten eine Verteilung der Eismassen zu erwarten ist. Wählt man also den rein südlichen Weg, so hat man, falls die Abtrift großer Eismassen den Weg nach Süden zu sehr erschwert, stets noch die Möglichkeit, weiter östlich auf günstigere Eisverhältnisse zu treffen. Die »Deutschland« hat denn auch mit der Wahl dieses Weges dank der geschickten Navigierung von Kapitän Vahsel Erfolg gehabt und die höchste südliche Breite in der Weddell-See erreicht. Allerdings waren die Eisverhältnisse im zentralen Teil zunächst recht schwierige. Am 10. Januar 1915 stand die »Endurance« schon auf etwa 71° S-Br. bei Coats-Land, während die »Deutschland« sich zu dieser Zeit 1912 noch auf 64° S-Br. befand, und erst am 28. Januar wurde der letzte Eisgürtel in 74° S-Br. durchbrochen. Bei den Versuchen, vom südlichsten Punkt eine bessere Landungsstelle weiter im Westen zu finden, geriet auch die »Deutschland« in die großen, längs der Barriere setzenden Packeismassen, deren Gefahr für das Schiff der erfahrene Kapitän klar erkannte, so daß die Umkehr beschlossen wurde. Als die »Deutschland« Anfang März die Vahsel-Bucht verlassen mußte, war es das Bestreben des Kapitäns, das Schiff möglichst aus dem Bereich der Trift längs der Küste zu bekommen, damit, falls das Schiff festkommen würde, es nicht den schweren Pressungen in Landnähe ausgesetzt wäre. Dies gelang auch, und da die Eisscholle, in der das Schiff lag, das Schiff vor direkten Pressungen meist schützte, so wurde es nicht beschädigt; hätte eine der schweren Pressungen, die sich oft in unmittelbarer Nähe des Schiffs abspielten, das Schiff selbst erreicht, so wäre es wohl vernichtet worden. W. Brennecke.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

C. Braak: **Drachen-Freiballon- und Fesselballonbeobachtungen.** Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium te Batavia. Verhandelingen Nr. 3. 8°. 58 S., 1 Tafel. Batavia 1915.

Die Kenntnis der tropischen Aerologie erfährt mit dieser Arbeit des holländischen Observatoriums in Batavia eine weitere wertvolle Förderung. Es handelt sich um neun Drachenaufstiege im nordwestlichen Teil der Javasee im April 1912, neun Drachenaufstiege auf dem Meere zwischen Batavia und Ambon im September 1912, 27 Drachen- und Fesselballonaufstiege in Batavia selber in den Jahren 1912, 1913 und 1914 und vier Freiballonfahrten im Jahre 1913. Wenn auch das Material noch etwas klein und ungleich, lieferte es doch für einige aërologische Fragen sehr interessante Ergebnisse. Die aerologische Erforschung des Landwindes ergibt, daß seine vertikale Mächtigkeit höchstens 200 m beträgt und daß er von einer Temperaturinversion von etwa 1° begleitet ist. Der obere rückkehrende Wind ist sehr schwach entwickelt und meist vom Monsun überdeckt. Der nächtliche Gang der meteorologischen Elemente ist ähnlich dem in höheren Breiten im Sommer, wo die nächtliche Inversion, verbunden mit einer flachen Windschicht, ebenfalls an heiteren Tagen fast stets vorhanden ist.

Für die Aerologie der australischen Winterantizyklone liefert die Arbeit ebenfalls interessante Beiträge. Es zeigt sich, daß in der Trockenzeit, zur Zeit der Herrschaft der Antizyklone, eine scharfe Schichtung in mittleren Höhen vorhanden ist, gekennzeichnet durch eine mit Trockenheit verbundene Temperaturinversion. Die Höhe der Störungsschicht wächst mit Annäherung an das australische Hochdruckgebiet. Die Struktur dieser Antizyklone gleicht demnach sehr der unserer flachen Sommer-

antizyklone. Die untere Schicht der Konvektionsströme hat ungefähr adiabatische Temperaturabnahme, die obere Schicht stellt die absteigende Zirkulation der Antizyklone dar. Da diese Schicht trocken und diatherman ist, wird die untere Schicht sich durch Wärmeverlust abkühlen und an der Grenze eine Inversion entstehen.

Die Ergebnisse über die tägliche Temperaturperiode auf dem Lande und der See sind noch nicht völlig geklärt, auch reicht dazu das Material noch nicht aus. Von besonderem Interesse ist aber schon jetzt, daß im nächtlichen Temperaturgang eine Störung um 2h vorm. auftritt, die wohl in Zusammenhang gebracht werden kann mit der halbtägigen Barometerschwankung. Die maximale positive Temperaturabweichung fällt ungefähr in die Zeit der schnellsten Druckabnahme. Diese Störung ist auch für die freie Atmosphäre unserer Breiten bereits früher gefunden worden, so von J. Reger für Lindenberg. W. Peppler.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Physik.

Schweydar, W.: *Theorie der Deformation der Erde durch Flutkräfte.* (Veröffentl. d. Kgl. Preuß. Geodät. Instituts« N. F. Nr. 66.) 4°. 51 S. Potsdam 1916. B. G. Teubner, Leipzig.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Schulze, F. W. O.: *Die wichtigsten Kanalhäfen und ihre Bedeutung für den Krieg.* (Hft. 1 d. 10. Jahrg. von »Meereskunde«, Sammlg. volkstüml. Vortrg.) 8°. 28 S. m. Abbildgn. Berlin 1916. E. S. Mittler & Sohn. 0,50 *M.*

Handelsgeographie und Statistik.

Apt, M.: *Außenhandelsamt. Ein Zentralamt zur Förderung des deutschen Außenhandels.* 1. bis 3. Tausend. 8°. 70 S. Leipzig 1916. Quelle & Meyer. 1,00 *M.*

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Korporation der Kaufmannschaft von Berlin: *Internationales Kriegs-Handelsrecht.* 1. Hft.: *England.* 8°. 48 S. Berlin 1916. Älteste d. Kaufmannschaft. 0.50 *M.*

Verschiedenes.

Mühleisen, A.: *Auflösungen zur mathemat. Aufgabensammlung f. Seefahrtschulen.* 4. Aufl. 8°. 60 S. Leipzig 1916. M. Heinsius Nchf. 3,00 *M.*
März, J.: *Der achte Staatssekretär für Handel, Industrie und Schiffahrt.* 8°. 98 S. Berlin 1916. H. Kalkoff. 2,00 *M.*
Grapow, v.: *Die deutsche Flagge im Stillen Ozean.* 8°. 60 S. m. 1 Taf. u. 1 farb. Karte d. Südsee. Berlin 1916. D. Reimer. 1,00 *M.*

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Der Variationsindex. V. Láska. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 6.
Temperatuur, luchtdruk en wind in de hoogere dampkringslagen. H. G. Cannegieter. »Tijdschr. Nederl. Aardr. Genootsch.« 1916, Nr. 4.
Onweer of weerlicht bij verschillende barometerstanden. A. J. Monné. »Hemel en Dampkring« 1916, Juni.
Neue Wolkenbeobachtungen. W. Krebs. »Das Wetter« 1916, Hft. 6.
Regenmessungen in Togo in den Jahren 1913, 1914 (zum Teil) u. 1915. H. Marquardsen. »Mitteil. a. d. Deutsch. Schutzgebieten« 1916, Bd. 29, Hft. 2.
Horizontal rainbows on Lake Mendota. C. Juday. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, February.
Cirrus directions at Melbourne and storms affecting Victoria. E. T. Quayle. Ebenda.
Vom Föhn. C. Kunz. »Das Wetter« 1916. Hft. 6.
Relations between rainfall and synoptic winds. H. H. Clayton. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, February.
Hat der Krieg Einfluß auf die Witterung? A. Stentzel. »Astronom. Ztschr.« 1916, Nr. 7.
Long-range forecast of the winter minimum temperatur for Hamada, Japan. M. Isida. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, February.
Wird der Winter 1915/16 mild? »Das Weltall« 1916, Hft. 9/10.
Hochstürme und Luftfahrten. W. Krebs. »Deutsche Luftfahr.-Ztschr.« 1916, Nr. 11/12 u. 13/14.
Meteorology of the moon. H. Pickering. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, February.
Breathing wells and pressure change. Ebenda.

Meeres- und Gewässerkunde.

Über den Nitratgehalt des Ozeanwassers und seine biologische Bedeutung. K. Brandt. »Abhandl. d. Leopoldin.-Carolin. Akad. d. Naturforscher, Halle«, 100. Bd., 1915.
Die Seen Tanganjika, Moero, Bangweolo. H. Marquardsen. »Mitteil. a. d. Deutsch. Schutzgeb.« 1916, Bd. 29, Hft. 2.
Tschad-See und Bahr el Ghazal (Soro). H. Marquardsen. Ebenda.

Reisen und Expeditionen.

Die Gogul-Ramu-Expedition in Kaiser-Wilhelmsland. September u. Oktober 1913. M. Braun. »Mitteil. a. d. Deutsch. Schutzgeb.« 1916, Bd. 29, Hft. 1 u. 2.
Vorstöße nach dem Quellgebiet des Kaiserin-Augusta-Flusses, dem Sand-Fluß und dem Nordfluß bis an das Küstengebirge. R. Thurnwald. Ebenda, Hft. 2.

Fischerei und Fauna.

Neue schwedische Untersuchungen. Ein Schonnetz-Plattfischfang in der Ostsee. Ehrenbaum. »Der Fischerbote« 1916, Nr. 5/6.
De Hollandsche haringsvisscherij in 1915. F. C. Evers. »Mededeel. ov. Visscherij« 1916, Januari/Mart.
Der Hering im Programm der Internationalen Meeresforschung. K. Marcus. »Der Fischerbote« 1916, Nr. 5/6.

Physik.

Über die Absorption der schwarzen Strahlung im Wasserdampf- und Kohlensäuregehalt der Luft. W. Gerlach. »Annalen d. Physik« 1916, Nr. 11.
Ausstrahlung und Reflektion an Wasserflächen. W. Schmidt. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 6.
Welche Arten von Schallreflexion kommen für Donner in Betracht? M. Blaschke. »Das Weltall« 1916, Hft. 9/10.
Der feucht-adiabatische Temperaturgradient. H. U. Sverdrup. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 6.
Zodiakallicht und Dämmerungsschein. F. Schmidt. Ebenda.
Halos at Fort Worth, Tex., and their relation to the subsequent occurrence of precipitation. H. H. Martin. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, February.
Over electrische ontladingen tijdens het onweer. A. J. Aalders. »Hemel en Dampkring« 1916, Juni.
Zähflüssigkeit und Strömungsgeschwindigkeit des Wassers. E. Beyerhaus. »Zentralbl. d. Bauverwaltg.« 1916, Nr. 58.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Die Normalbarometer von Wien, Berlin, Budapest, Belgrad, Sofia, Bukarest, Athen, Neapel und Rom. A. Schlein. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 6.
Schätzungsfehler bei Ablesungen meteorologischer Instrumente. W. Schmidt. »Ztschr. f. Instr.-Kde.« 1916, Hft. 7.
Über die Verwendbarkeit von Koinzidenz-Entfernungsmessern bei kolonialen Vermessungen. H. Böhler. »Mitteil. a. d. Deutsch. Schutzgebieten« 1916, Bd. 29, Hft. 2.
Concours pour le réglage des chronomètres à Neuchâtel en 1914 et 1915. »Journ. Suisse d. Horlog.« 1916, Juillet.
Der Kompaß in der Entwicklung unserer Kultur. A. Nippoldt. (Schluß.) »Das Weltall« 1916, Hft. 7/8.
Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur. E. Wiedemann. »Abhandl. d. Leopoldin.-Carolin. Akad. d. Naturforscher«, 100. Bd., 1915.

Astronomie, terrestrische und astronomische Navigation.

Zur Berechnung der Sonnenhöhen aus den wahren Ortszeiten bei Beobachtungen aus dem Gebiete der meteorologischen Optik. »Mitteil. d. Vereinigg. v. Freund. d. Astronomie usw.« 1916, XVI. Jahrg., Hft. 3.
Toepassingen der theorie van hoogteparallel en hoogtekromme op de plaatsbepaling. D. Mars. »De Zee« 1916, Nr. 7.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Vom Panama-Kanal. »Jahrb. d. Norddeutsch. Lloyd« 1915/16.
Der Suez-Kanal im Weltkriege. Ebenda.
De hydrographische opneming van Indië. »De Zee« 1916. Nr. 7,

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Der Siegeszug des Ölmotors in der Seeschiffahrt. H. Steinert. »Hansa« 1916, Nr. 26.
Amerikanische Schiffs-Dieselmotoren. »Motorschiff u. Motorboot« 1916, Nr. 14.
Korte mededeeling over de uitreis van het motorschip »Mijer« naar Nederlandsch Indië. W. J. Muller. »De Zee« 1916, Nr. 7.
De stoomwegen van Zuid-Afrika naar Oost-Indië. P. H. Gallé. »Nederl. Met. Instit. 102. Mededeel. en Verhandel.« Nr. 20.

Handelsgeographie und Statistik.

Handelsbericht für das Jahr 1914: Schanghai. »Deutsch. Handelsarch.« 1916, Juni.
Ostasiatische Schiffahrt 1915. »Hansa« 1916, Nr. 28.
Österreichs Seeschiffahrt im Verhältnis zum Weltkrieg und zu einem Wirtschaftsbündnis mit Deutschland. W. v. Bardas. »Hansa« 1916, Nr. 28.
Der Einfluß des Krieges auf den Rotterdamer Seeschiffsverkehr im Jahre 1915. Ebenda, Nr. 27.
Die Seeschiffahrt im Kriegsjahr 1915. »Jahrb. d. Norddeutsch. Lloyd« 1915/16.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Das neue preußische Fischereigesetz in Beziehung auf die Niederelbe. E. Sterner. »Der Fischerbote« 1916, Nr. 5/6.
Vordering van schepen. Ontwerp van wet. »De Zee« 1916, Nr. 7.

Verschiedenes.

Der nördliche Seekriegsschauplatz (Ostsee, Nordsee u. Kanal.) L. Mecking. »Geogr. Ztschr.« 1916, Hft. 6 u. 7.
Die Einwirkung des Krieges auf den Norddeutschen Lloyd. »Jahrb. d. Norddeutsch. Lloyd« 1915/16.
Die Förderung der Binnenschiffahrt und die Seeschiffahrts-Interessen. R. Hennig. »Hansa« 1916. Nr. 28.
Die Gefahren des Wracks und ihre Beseitigung. L. Persius. »Die Yacht« 1916, Nr. 26.
Die Photographie im Dienste des Seefahrers. »Prometheus« 1916, Jahrg. 27, Nr. 43.
Die normale Schwerkraft im Meeresniveau. Wolf. »Ztschr. f. Verm.-Wes.« 1916, Hft. 7.
The United States Geological Survey and its relation to the United States Coast and Geodetic Survey. G. O. Smith. »Science« 1916, May 12.
Das Licht als Heilmittel. I. Das Sonnenlicht in seiner Anwendung für Heilzwecke vom Altertum bis zur Gegenwart. H. L. Heusner. »Prometheus« 1916, Jahrg. 27, Nr. 40.
Gedächtnisregeln für das Niederschreiben der Gauss'schen Gleichungen. Gülland. »Ztschr. f. Verm.-Wes.« 1916, Hft. 7.

Die Witterung an der deutschen Küste im Juni 1916.

(Amtlich)

In seinen Monatswerten kennzeichnete sich der Monat Juni bei zu niedrigem Luftdruck als kühl, trüb und reich an Niederschlägen. Wie gewöhnlich herrschten Winde aus westlichen Richtungen an Häufigkeit vor, bis auf Neufahrwasser, wo die Winde ziemlich gleichmäßig auf die Windrose verteilt waren; die mittlere Windgeschwindigkeit war, zufolge den selbstschreibenden Instrumenten, im ganzen kleiner als die vieljährige, soweit solche zum Vergleich herangezogen wurden. An Sommertagen gab es nur einen in Borkum und zwei in Memel!

Verhältnismäßig wenig Tage waren frei von Regen. Ganz oder bis auf vereinzelte geringfügige Niederschläge trocken waren über größerem Gebiet nur der 1. an der ganzen Küste, der 2. ostwärts bis zur Oder, der 4. über dem größten Teil der Küste, der 10. an der Nordsee nördlich von der Elbe, der 18. an der Ostsee, der 21. meist von der Elbe bis Mecklenburg, der 22. und 23. an der ganzen Küste, der 24. und 25. an Teilen der Nordseeküste und von Rügen ostwärts, sowie der 26. von Rügen ostwärts. Heiteres Wetter wurde in größerer Ausdehnung nur am 18. und 22. an der Ostsee, am 23. an der ganzen Küste, am 24. bis 26. an der Ostsee, sowie am 25. auch vielfach an der Nordsee beobachtet. Nebel stellte sich über größerem Gebiet nur am 29. über der preußischen Küste ein. Gewitter in größerer Ausdehnung traten am 6. und 7. vielfach an der ganzen Küste, am 9. von Rügen ostwärts, sowie am 12. und 13. über dem größten Teil der Ostseeküste auf. Steife und stürmische Winde wehten in größerer Verbreitung am 16. an der Ostsee aus nördlichen Richtungen (Stärke 7 bis 8), am 20. an der ganzen Küste aus dem Nordwestviertel (Stärke 7 bis 8, Thiessow Stärke 9), am 21. an der Ostsee aus westlichen Richtungen (Stärke 7) und am 29. mehrfach auf den Nordseeinseln aus dem Südwestviertel (Stärke 7, Helgoland bis Stärke 9).

In den ersten Tagen lag die Küste auf dem Nordrande eines von der Biscayasee ostwärts in wechselnder Ausdehnung über Deutschland ausgebreiteten Hochdruckgebiets gegenüber einem Tiefdruckgebiet über dem Nordmeer, dessen Ausläufer in nordöstlicher Richtung über Skandinavien hinwegschritten und die Küste meist nicht berührten, so daß das Wetter in dem angegebenen Umfang zunächst trocken blieb. Am Morgen des 5. nahte ein südwärts bis nach der Biscayasee reichender Tiefausläufer, und es begann damit eine lange Zeit regnerischer Witterung, die bis zum 20. mit alleiniger Ausnahme des 10. und 18. täglich fast überall Regen brachte. Nachdem bis zum 8. die Tiefausläufer Deutschland in nordöstlicher Richtung durchzogen hatten und entsprechend meist südliche bis westliche, nur vereinzelt kurz nach nordwestlichen Richtungen drehende Winde geweht hatten, folgte vom 9. bis 15. eine Zeit mit veränderlichen Winden im Gefolge einer sehr bemerkenswerten Entwicklung der Wetterlage: Von einem am Morgen des 9. über die Niederlande nach Westdeutschland reichenden Tiefausläufer löste sich ein Teiltief ab, das an diesem Tage nach Süddeutschland fortschritt, dann am 10. nach Polen vordrang, am Morgen des 10. vor der Danziger Bucht lag, dann nach westwärts gerichtetem Fortschreiten über Südschweden bis zum Morgen des 11. nach dem Eingang des Skagerraks vordrang und von dort über den Osteingang des Kanals (Morgen des 13.) und Westdeutschland (Morgen des 14.), nach Durchquerung von Norddeutschland wieder nach dem Süden der Ostsee nördlich von der pommerschen Küste (Morgen des 15.) zurückkehrte. Ihre Erklärung findet diese anderthalbfache Umkreisung Norddeutschlands durch das Tief in der Lage der Hochdruckgebiete, die wir in jenen Tagen nicht allein von der Bicayasee nach Frankreich reichend, sondern auch über Nordeuropa und über Rußland beobachteten. Auf dem letzten Teil der Bahn wirkte auch noch ein Tiefdruckgebiet ein, das am 13. und 14. vom Nordwesten Österreichs in nördlicher Richtung über Polen nach Westrußland fortschritt und, ebenso wie das andere Tief, nunmehr als Ausläufer mit einem vom russischen Eismeer südwärts reichenden Tiefdruckgebiet in Verbindung trat.

Inzwischen hatte sich auf dem Ozean, anscheinend vom Nordmeer bis nach der Biscayasee, ein Hochdruckgebiet eingestellt und dieses führte für unsere Küste unter Wechselwirkung mit dem langsam nach Rußland abziehenden Tiefdruckgebiet am 16. und 17. teilweise stark auffrischende nördliche und nordwestliche Winde herbei. Diese nordwestlichen Winde erhielten sich an der Nordsee bis zum Morgen des 21., während an der Ostsee bald Westwinde einsetzten, da sich das Tiefdruckgebiet über Skandinavien hinaus westwärts ausbreitete und das ozeanische Hochdruckgebiet seinen nach Deutschland reichenden Ausläufer weiter nach Osten ausdehnte und verstärkte.

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm +						Lufttemperatur, °C.					Zahl der	
		Mittel		Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br.										
		red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom 30j. Mittel	Max.	Dat.	Min.	Dat.	8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom 15j. Mittel	Frosttage (Min. <0°)	Eistage (Max. <0°)
Borkum	7.7 m	58.3	—3.2	67.7	16.	46.9	5.	12.4	14.7	12.6	12.6	—2.0	0	0
Wilhelmshaven	4.5	58.2	—3.4	66.2	16.	47.9	5.	12.3	14.7	12.4	12.4	—2.5	0	0
Keitum	8.4	57.6	—3.5	65.6	16.	47.3	5.	12.0	14.2	11.3	11.8	—2.6	0	0
Hamburg	26.0	58.6	—2.7	66.5	1.	49,7	5.	11.9	15.3	13.6	13.1	—2.5	0	0
Kiel	47.2	58.5	—2.5	66.3	1.	50.4	5.	12.0	15.2	12.2	12.4	—2.0	0	0
Wustrow	7.0	58.2	—2.7	67.1	1.	50.6	5.	12.0	15.2	13.2	13.0	—2.2	0	0
Swinemünde	10.0	58.4	—2.5	67.1	1.	51.6	6.	13.7	16.1	14.0	14.9	—0.4	0	0
Rügenwaldermünde	6.9	58.1	—2.6	67.4	23.	51.5	15.	13.1	14.9	12.7	12.8	—0.9	0	0
Neufahrwasser	4.5	58.3	—2.2	67.4	23.	50.9	15.	14.1	15.5	12.9	13.7	—1.4	0	0
Memel	9.6	57.8	—2.2	67.3	23.	50.3	20.	14.4	16.8	13.3	13.8	—1.1	0	0

Stat.	Temperatur-Extreme						Temperatur-Änderung von Tag zu Tag			Feuchtigkeit				Bewölkung				
	Mittl. tägl.		Absolutes monatl.							Absolute Mittel mm	Relative, %							
	Max.	Min.	Max.	Tag	Min.	Tag	8h V	2h N	8h N		8h V	2h N	8h N	8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	15.4	10.1	25.3	23.	8.1	18.20.	1.2	2.3	1.6	8.9	82	79	82	7.5	7.1	7.5	7.4	+1.6
Wilh.	15.8	9.2	24.8	23.	6.0	4.	1.3	2.6	1.9	9.3	83	80	83	7.9	9.0	7.9	8.3	+2.6
Keit.	15.5	8.9	24.1	24.	5.4	4.	1.4	2.4	1.6	9.2	85	81	87	6.8	7.3	7.0	7.0	+1.4
Ham.	16.8	9.9	24.9	24.	4.8	16.	1.4	2.4	1.8	8.6	83	66	73	8.3	8.5	6.9	7.9	+1.9
Kiel	16.3	9.0	24.2	24.	5.4	16.	1.1	2.1	1.2	8.6	80	67	81	6.9	8.0	5.9	6.9	+1.1
Wus.	16.7	10.1	23.5	24.	8.0	20.	1.4	2.4	1.8	8.6	81	69	75	7.5	6.5	6.5	6.8	+1.1
Swin.	17.6	10.4	24.8	24.	7.1	17.	1.9	3.0	1.8	8.6	72	63	73	7.1	7.2	5.0	6.4	+0.8
Rüg.	16.2	9.1	24.4	27.	4.2	5.	2.1	2.6	1.5	9.2	81	75	83	6.6	6.4	6.5	6.5	+1.5
Neuf.	17.1	9.8	23.4	2.	6.4	19.	1.6	2.7	1.8	9.2	76	70	82	6.6	7.8	6.6	7.0	+1.2
Mem.	18.4	9.3	28.7	28.	4.6	5.	2.3	3.4	3.3	8.9	74	63	80	7.0	7.0	7.4	7.1	+1.9

Stat.	Niederschlag, mm [1]						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit [2]			
							mit Niederschlag ≥ mm								Meter pro Sek.			
	8h V–8h N	8h N–8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	0.2	1.0	5.0	10.0	⚡ u. T	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe mittl. Bew. > 8	Mittel	Abw.	Sturmnorm	Daten der Tage mit Sturm
Bork.	62	37	99	+48	22	13.	20	14	7	3	4	1	0	9	—	—	12.0	nach Schätz. am 12.
Wilh.	42	23	66	+15	15	13.	21	16	3	2	2	0	0	17	4.5	−0.9	12.0	keine
Keit.	44	20	64	+19	15	10.	17	10	4	3	1	0	1	12	4.4	—	12.0	keine
Ham.	65	42	107	+33	18	15.	22	15	8	4	3	0	1	16	4.6	+0.2	12.0	keine
Kiel	55	21	76	+20	14	27.	21	18	3	2	4	0	1	9	3.8	−0.9	12.0	keine
Wus.	40	38	79	+38	11	15.	20	14	6	2	4	0	0	9	—	—	12.0	nach Schätz. keine
Swin.	58	45	103	+48	38	11.	18	12	6	3	2	0	2	8	3.6	−0.5	10.5	keine
Rüg.	35	53	88	+41	37	11.	19	15	5	1	7	0	4	10	4.3	—	15.0	keine
Neuf.	41	32	73	+15	11	29.	19	14	6	1	6	0	2	12	3.7	—	12.0	keine
Mem.	39	40	79	+37	22	28.	15	12	3	3	3	2	1	12	4.4	—	12.0	16. 20. 21. 22.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	6	4	5	2	1	3	1	1	2	2	24	2	6	7	16	8	0	3.3	3.8	3.3
Wilh.	5	2	7	2	1	4	1	2	12	9	11	1	7	14	9	1	2	2.8	3.3	2.8
Keit.	0	2	4	3	3	1	5	1	9	2	11	9	7	8	17	6	2	3.3	3.7	2.8
Ham.	6	2	2	0	4	3	7	2	8	4	10	21	7	6	4	4	0	3.7	3.6	3.2
Kiel	1	1	7	0	8	3	2	0	12	6	12	0	14	6	14	2	2	2.9	3.4	2.4
Wus.	7	2	1	4	8	0	2	3	3	4	7	8	17	11	5	2	6	3.4	3.5	3.0
Swin.	7	7	5	2	1	2	7	3	0	4	10	7	3	18	6	4	4	3.0	3.2	2.3
Rüg.	3	1	8	4	2	4	1	3	6	3	3	6	17	10	6	2	11	3.2	3.3	2.4
Neuf.	7	6	8	4	4	2	3	5	6	4	5	4	7	7	5	6	7	2.3	3.2	2.1
Mem.	4	1	3	2	1	1	6	6	3	2	11	7	16	3	18	6	0	3.1	3.5	2.7

Vom 19. bis 21. stand die Küste im besonderen unter dem Einfluß eines Teiltiefs, das sich in einem Tiefausläufer am 18. über Südnorwegen entwickelt hatte und langsam ostwärts der Ostsee zuschritt. Ein am 21. über der Nordsee heranziehender nordwärts reichender Hochdruckkeil führte eine Änderung des Wetters herbei und zunächst schon am 21. teilweises Nachlassen der täglichen Regenfälle. Sieht man von Memel ab, so zeigt der von kürzeren Schwankungen befreite Verlauf der Temperaturen von 8 Uhr morgens auf den Normalbeob-

[1]) Die Niederschlagswerte sind auf ganze Millimeter abgerundet.

[2]) Die registrierten Windgeschwindigkeiten und Sturmnormen erscheinen seit Januar dieses Jahres infolge anderer Berechnungsweise kleiner als früher (vgl. die Erläuterungen der Januar-Tabelle, »Ann. d. Hydr. usw.« 1905 S. 143).

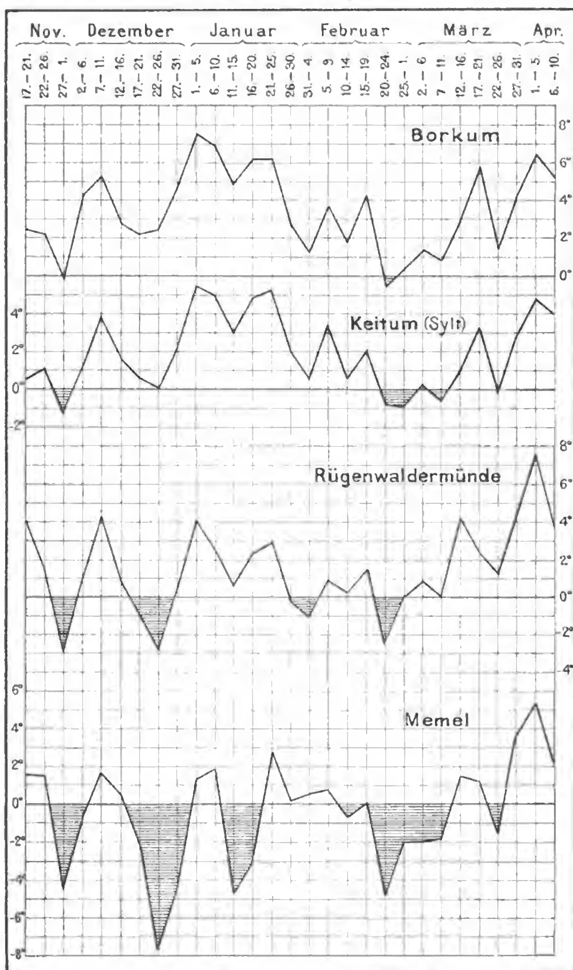
achtungsstationen, daß diese in der ersten Dekade an der Nordsee etwas gesunken und an der Ostsee keine Änderung erfahren hatten und daß in der zweiten Dekade überall ein im Westen schwaches, im Osten stärkeres Sinken eintrat; jene Nordwestwinde auf der Rückseite des Tiefdruckgebiets über Skandinavien führten in den Tagen vom 16. bis 20. fast überall die niedrigsten Temperaturen des Monats herbei.

Vom 21. bis zum 25. stand unsere Küste ganz oder zum Teil unter dem Einfluß des in östlicher Richtung fortschreitenden Hochdruckgebiets, das mit einem von Lappland südwärts reichenden Hochdruckgebiet in Verbindung trat. Unter seiner Herrschaft stellten sich wenigstens vorübergehend bei vielfach klarem, sonnigem Wetter leichte, aus dem Inland wehende Winde ein, die eine Erwärmung und am 23. und 24. meist die höchsten Monatstemperaturen herbeiführten. Dieses war mit Ausnahme der ersten Tage die einzige, wenn auch nur kurze Trockenzeit des Monats, wo zwei aufeinanderfolgende Tage an dem ganzen Gebiet trocken blieben.

Die letzte Woche brachte vielerlei Abwechslung in der Wetterlage. Nachdem sich bereits am Morgen des 24. wieder ein von der Nordsee bis nach den Alpen und der Oder reichender Tiefausläufer eingestellt hatte und an seine Stelle am folgenden Morgen von der Biscayasee her ein Hochdruckausläufer vorgedrungen war, entwickelte sich alsbald zwischen Hochdruckgebieten über Nordost- und Südwesteuropa ein ausgedehntes Tiefdruckgebiet über Mitteleuropa, in dem ein Teiltief von Ostdeutschland nach der Nordsee und ein anderes von Österreich-Ungarn nach Polen und später weiter nordwärts vordrang. Entsprechend waren die Winde in diesen Tagen veränderlich, bis sich am Monatsschluß wieder allgemein Winde aus westlichen Richtungen einstellten; im Bereiche der Tiefdruckgebiete herrschten wieder täglich fast überall Regenfälle.

Druck und Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei, Berlin SW, Kochstraße 68—71.

Temperaturverlauf im Winter 1915/16 ausgeführt durch Pentadenmittel



Druck der Deutschen Seewarte

Professor Dr. Wladimir Köppen zu seinem 70. Geburtstag.

Da Professor Dr. Köppen am 25. September dieses Jahres seinen 70. Geburtstag begehen wird, erscheint ein Hinweis auf diesen Gedenktag hier in den »Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie« als Ausdruck des Dankes und der Ehrung für seine langjährige Mitarbeiterschaft geboten und für den Leserkreis erwünscht, um allen hier erworbenen Freunden die Gelegenheit zu geben, ihre Glückwünsche auszusprechen oder, in Gedanken mit dem Jubilar vereint, diesen Tag mit ihm feiern zu können.

Geboren am 25. September 1846 in Petersburg, promovierte Köppen, nach einer in der Krim verlebten Jugend und einem Besuch der Universitäten Heidelberg und Leipzig, im Jahre 1870 auf Grund seiner Dissertation »Wärme und Pflanzenwachstum (Moskau 1870)«. Aber schon aus seiner Studienzeit besitzen wir eine umfangreiche klimatische Arbeit von Köppen, die nebst einer Reihe weiterer Untersuchungen in dem Wildschen Repertorium für Meteorologie in den Jahren 1869/74 veröffentlicht worden ist.

Während seiner ersten Bestallung als außeretatsmäßiger Assistent am Physikalischen Zentralobservatorium in Petersburg vom 13. Januar 1872 bis 12. Januar 1874 finden wir Köppen auch bereits als Mitarbeiter in der Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie durch Untersuchungen aus dem Gebiet der Klimatologie vertreten, die das wissenschaftliche Ansehen des ernst und rastlos strebenden jungen Forschers sehr bald begründeten. Eine gewisse Bedeutung für seine Zukunft gewann ein Zusammentreffen mit dem damaligen Hydrographen der Kaiserlichen Admiralität Prof. Georg Neumayer in Wien bei Gelegenheit des ersten Meteorologen-Kongresses, wo Köppen auch mit den übrigen ersten Meteorologen Europas jener Zeit, Buys Ballot, Bruhns, Cantoni, Jelinek, Mohn, Scott und anderen persönliche Beziehungen gewann und festigte.

Nachdem die Deutsche Seewarte durch das Gesetz vom 9. Januar 1875 ins Leben getreten war, trug Neumayer, der zunächst in seiner Stellung als Hydrograph der Kaiserlichen Marine zum stellvertretenden Direktor ernannt worden war, dem durch seine Arbeiten bekannten jungen Gelehrten die Stellung als Vorsteher der für die Wettertelegraphie, das Sturmwarnungswesen und die Küstenmeteorologie bestimmten III. Abteilung an, welches Amt Köppen am 1. Mai 1875 antrat und zunächst außeretatsmäßig als interimistischer und seit 1. Januar 1876 als etatsmäßiger Abteilungsvorstand übernahm. Seit jenem Tage hat sich die Deutsche Seewarte der unermüdlichen und weit ausschauenden Mitarbeit Köppens erfreuen dürfen. Doch trat schon nach wenigen Jahren eine für das Institut sehr glückliche Änderung seiner Stellung ein. Es erschien der Direktion für die Förderung der wissenschaftlichen Arbeiten der Seewarte gleich nach dem ersten Jahr von Köppens Tätigkeit besonders wichtig, daß für die Pflege der Meteorologie eine Stelle geschaffen werde, zu deren Obliegenheiten in erster Linie theoretische Studien auf dem Gebiet jener Wissenschaft gehörten; die Bemühungen der Direktion nach dieser Richtung hin hatten Erfolg (vgl. 2. Jahresbericht der Deutschen Seewarte im II. Jahrgang »Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte«). Eine derartige, in ihrem Vorkommen gewiß seltene, ideale Stelle, die dem vom Drange der Pflichterfüllung im täglichen Dienst befreiten Forschen freien Spielraum gewährt, wurde Köppen als »Meteorologen der Deutschen Seewarte« am 1. April 1879 übertragen (während Prof. Dr. van Bebber als Abteilungsvorstand der III. Abteilung berufen wurde) und hat ihren Charakter bis zum 1. April 1903 beibehalten. An diesem Tage wurde das Arbeitsgebiet der Seewarte durch die Errichtung der Drachenstation in Groß Borstel erweitert und diese dem Meteorologen der Seewarte unterstellt. Brachte die Fürsorge für die Drachenstation auch, und besonders in der ersten Zeit, eine sehr erhebliche Kürzung der vordem zum Teil nach eigenem Ermessen verfügbaren Zeit, so gewährte sie doch anderseits ihrem Leiter den Vorteil, sich mit den Hilfsmitteln

der aerologischen Forschung genau vertraut machen und an ihrer Vervollkommnung selbst mitarbeiten zu können, und bot ihm die Möglichkeit, sich auf Grund eigener Beobachtungen an dem Ausbau dieses neuen Teiles der Meteorologie besonders erfolgreich zu beteiligen.

Als die Deutsche Meteorologische Gesellschaft im November 1883 in Hamburg gegründet wurde, wählte sie Köppen zu ihrem Redakteur; als solcher ist er 1884 und 1885 alleiniger Schriftleiter der Meteorologischen Zeitschrift dieser Gesellschaft gewesen und hat nach deren Verschmelzung mit der Österreichischen Meteorologischen Zeitschrift die Schriftleitung mit Prof. Dr. Hann von 1886 bis 1891 geteilt. In den Jahren 1892/93 war Köppen vorübergehend auch Schriftleiter der »Annalen der Hydrographie usw.«

Als langjähriges Mitglied verschiedener Kommissionen des internationalen meteorologischen Komitees hat Köppen wiederholt Gelegenheit gehabt, an dem Ausbau des internationalen Zusammenarbeitens erfolgreich mitzuwirken.

In welchem Grade Köppen die ihm an der Seewarte gebotene, für wissenschaftliches Forschen geschaffene Stellung für die Förderung der Wissenschaft und die unmittelbaren Aufgaben des Instituts ausgenutzt hat, läßt die am Schluß angefügte Zusammenstellung seiner Arbeiten erkennen; gewährt die dargebotene Gliederung des Stoffes bereits einen Einblick in die große Vielseitigkeit des bearbeiteten Gebietes, so würde dieser Eindruck noch ein weit größerer gewesen sein, wenn nicht hier eine Fortlassung der zahlreichen kleineren Aufsätze geboten gewesen wäre, in denen er, dem Bedürfnis des Tages entsprechend, seine Meinung klärend, ergänzend und berichtigend zu Gehör zu bringen pflegt. Daß Köppen neben diesem Schaffen noch die Muße gefunden hat, auf gänzlich verschiedenen Gebieten nebenher tätig zu sein (u. a. Rechtschreibung geographischer Namen, Esperanto, Kalenderreform) ist bekannt.

Ursprünglich auf klimatisches Forschen gerichtet, wandte sich Köppen im Dienst der Seewarte zunächst besonders den Aufgaben des Wetterdienstes (Erforschung der barometrischen Maxima und Minima auf Grundlage der Erfahrung wie auch theoretisch, Studium der Gewitterstürme und der Böen usw.) und der maritimen Meteorologie und späterhin der aerologischen Forschung zu. Eine Besprechung und Würdigung der Arbeiten würde hier zu weit führen, doch ist den Lesern bekannt, wie Köppens Arbeiten sich durch ihren Aufbau und eine umfassende Verwertung der Literatur auszuzeichnen pflegen und nicht selten die Gelegenheit bieten, neue praktische, schnell zum Ziel führende, durch ihre Einfachheit überraschende (Stichproben) Methoden der Untersuchung kennen zu lernen. Es möge hier eingefügt werden, daß diese, durch ein vortreffliches Gedächtnis unterstützte umfassende Beherrschung der gesamten Fachliteratur nicht allein unserem zu Erteilung von Auskunft und Rat stets bereiten Jubilar bei seinen eigenen Arbeiten große Vorteile bietet, sondern auch von seiner Umgebung stets besonders geschätzt worden ist.

Besonders bekannt sind von den Köppenschen Arbeiten seine (mit Espy — 1840 — übereinstimmende) Erklärung der täglichen Periode der Richtung und Stärke der Winde (1879), seine Untersuchungen über das Verhältnis der Windstärke (nach Beaufort) zur Windgeschwindigkeit m/sec (1879, 1898), über die Bewegung der Minima in ihrer Abhängigkeit von der Verteilung von Druck und Temperatur und der Zugstraßen (1882, 1914), über Gewitter und Böen (1882, 1886, 1887, 1896, 1914), der mit Hildebrandsson und Neumayer herausgegebene Wolkenatlas (1890) und seine Klassifikation der Klimate auf Grundlage der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse (nicht aber des Vorkommens gewisser Pflanzen, das nur nebenbei herangezogen wurde) (1901). Die selbständig erschienenen Veröffentlichungen, zum Teil Abdrucke aus Zeitschriften, sind in das Verzeichnis der Schriften mit eingereiht, aber dort durch fetten Druck hervorgehoben worden.

Möchten unserem hochgeschätzten Jubilar noch viele Jahre in bester Gesundheit zu weiterem wissenschaftlichen Schaffen und zu anregendem Umgang mit seinen zahlreichen Freunden beschieden sein!

Prof. Dr. Großmann, Deutsche Seewarte.

Erläuterung der folgenden Zusammenstellung.

Es bedeuten: Die vorangestellten zweiziffrigen Zahlen unter Ergänzung von 1800 oder 1900 die Jahreszahl des Erscheinens, *O.* = »Zeitschrift der Österreichischen Meteorologischen Gesellschaft«, *M.* = »Meteorologische Zeitschrift«, herausgegeben von dieser Gesellschaft und der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft, *Rep.* = »Wilds Repertorium der Meteorologie«, *W.* = Zeitschrift »Das Wetter«, *Mtl.* für 1876/85 = Monatliche Übersicht der Witterung, herausgegeben von der Deutschen Seewarte, für 1886/91 = Monatsbericht der Deutschen Seewarte, *Ann.* = »Annalen der Hydrographie usw.« und *Arch.* = »Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte«. **Fettdruck** zeigt an, daß die Arbeit als selbständige Schrift erschienen ist.

A. Meteorologie.

1. Organisation. — Beobachtungen.

73. *O.* — Über die Errichtung eines internationalen meteorologischen Instituts. Vorschlag an den Wiener meteorol. Kongreß. 9 S.
76. *O.* — Über das Beobachten der periodischen Erscheinungen in der Natur. 4 S. (Aus den Denkschr. d. K. russ. Geogr. Gesellsch.)
84. *M.* — Prinzipien der Verteilung meteor. Stationen. 6 S.
13. *M.* — Durchschnittliche Abweichung, Asymmetrie und Korrelationsfaktor. 8½ S.

2. Temperatur.

73. *Rep.* — Tafeln zur Ableitung der Mitteltemperaturen aus Kombinationen von 2 und 3 täglichen Beobachtungsstunden für Rußland usw. 40 S. (Vgl. 74. *O.* 4¾ S.)
87. *Arch.* — Studien über die Bestimmung der Lufttemperatur und des Luftdrucks. 1. Abhandl. Untersuchungen über die Bestimmung der Lufttemperatur. 54 S.
88. *Ann.* — Über die Ableitung wahrer Tagesmittel aus den Beobachtungsstunden 8h a. m., 2h p. m. und 8h p. m. 14 S.
13. *M.* — Einheitliche Thermometeraufstellung für meteor. Stationen zur Bestimmung der Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit. 25 S.

3. Regen.

80. *O.* — Regenhäufigkeit und Regendauer. 5¾ S.

4. Wolken und Nebel.

87. *M.* — Einiges über Wolkenformen. 21 S.
90. *M.* — **Wolkenatlas von H. Hildebrandsson, W. Köppen und G. Neumayer.** Hamburg 1890.
16. *Ann.* — Landnebel und Seenebel. 25 S.

5. Wind.

79. *O.* — Notiz über die Zurückführung der Anemometerangaben der Stationen der Seewarte auf absolutes Maß und über das Verhältnis von Beaufortskala zur Windgeschwindigkeit. 5½ S.
79. *O.* — Referat über Dr. J. Hann: »Die tägliche Periode der Geschwindigkeit und der Richtung des Windes. 16 S. (Bem. Entwicklung der K. Erklärung.)
83. *Ann.* — Die täglichen Änderungen der Windstärke über dem Lande und dem Meere. 19 S.
95. *M.* — Zur täglichen Periode der Windstärke. 6 S.
98. *Arch.* — Neuere Bestimmungen über das Verhältnis zwischen der Windgeschwindigkeit und Beauforts Stärkeskala. 21 S.
07. *M.* — Zur Theorie der täglichen Periode der Windstärke. 5 S.
16. *Ann.* — Die dreizehnteilige Skala der Windstärken. 7 S.

6. Luftdruck (am Erdboden und in der Atmosphäre).

82. *Ann.* — Die monatlichen Barometerschwankungen, deren geographische Verbreitung, Veränderlichkeit und Beziehungen zu anderen Phänomenen. 15 S.
82. *O.* — Bemerkungen über die vertikale Verteilung des Luftdrucks.
83. *O.* — Über monatliche Barometerschwankungen. 12¾ S.
88. *M.* — Über die Gestalt der Isobaren in ihrer Abhängigkeit von Seehöhe und Temperaturverteilung. 11¼ S.
90. *Ann.* — Die mittlere Luftdruckverteilung zwischen dem Kanal und den Kapverden im November. 6 S.
90. *M.* — Zusammenfassung der Resultate der Barometervergleichungen von Waldow, Sundell und Brounow. 11¾ S.
93. *M.* — Die mittlere Abweichung der einzelnen Barometerablesung vom Normalwert und deren Verhältnis zur monatlichen Barometerschwankung. 7 S.
12. *M.* — Über unperiodische Barometerschwankungen und deren Maß. 6 S.
12. *M.* — Die geographische Verbreitung der monatlichen Barometerschwankungen. 10 S.
13. *Ann.* — Zusammenhang der Luftdruckabweichungen über Island, den Azoren und Europa (graph. statist. untersucht). 4 S.

7. Atmosphärische Wirbel.

77. *Mtl.* — Wissenschaftliche Ergebnisse aus den Monatlichen Übersichten der Witterung, Jahrg. I u. II. 26 S.
78. *O.* — Untersuchungen von Prof. Ermann und Dr. Dippe aus den Jahren 1853 und 1860 über das Verhältnis des Windes zur Verteilung des Luftdrucks. 5 S.
80. *O.* — Über die mechanischen Ursachen der Ortsveränderung atmosphärischer Wirbel. 12 S.

82. *O.* — Erläuterung zur Karte der Häufigkeit und der mittleren Zugstraßen barometrischer Minima zwischen Felsengebirge und Ural. $10^1/_2$ S.
92. *Ann.* — Die Bahnen der Orkane im südlichen Indischen Ozean 5 S.
91. *M.* — Köppen und Ekholm über Isopyknen. 7 S.
82. *Ann.* — Über den Einfluß der Temperaturverteilung auf die oberen Luftströmungen und auf die Fortpflanzung der barometrischen Minima. 10 S.
98. *M.* — Über Zufluß und Abfluß der Luft in Zyklonen und Antizyklonen. 8 S.
10. *Ann.* und 11 *M.* — Luftbahnen am Erdboden und in der freien Atmosphäre. 7 S.
14. *Ann.* — Die Beziehungen zwischen Druck, Temperatur, Luftströmung und Depressionsbahn. 9 S.

8. Kreislauf in der Atmosphäre.

88. — Zeitschr. Humboldt, Zirkulation der Atmosphäre. 7 S.
99. *Ann.* — Über den Rücktransport der Luft nach niedrigen Breiten in den gemäßigten Zonen. 4 S.
10. *Ann.* — Die Verschiebungen der Atmosphäre im Jahreslaufe und die Höhe des antarktischen Kontinents. 5 S.

9. Wetter.

a. Besondere Witterungszustände, vor allem Böen und Gewitter.

79. *Ann.* — Beiträge zur Kenntnis der Böen und Gewitterstürme. 12 S.
80 *Arch.* — Untersuchungen über die Witterungsverhältnisse zwischen dem Felsengebirge und dem Ural in den Monaten Jan. bis März 1878. 44 S.
82. *Ann.* — Der Gewittersturm vom 9. August 1881 (Beitr. z. K. d. Böen u. Gewitterstürme, II. Abhdl.). 49 S.
86. *Ann.* — Bericht über den Orkan vom 14. Mai 1886 in Crossen und Umgegend. 18 S.
87. *M.* — Die Gewitter vom 13. bis 17. Juli 1884 in Deutschland. 12 S.
92 und 93. *Ann.* — Tropische Wirbelstürme im südlichen Indischen Ozean. (Gemeinsam mit Kpt. C. Seemann). 38 S.
96. *Ann.* — Die Windhose am 5. Juli 1890 bei Oldenburg und die Gewitterböe vom 10. Juli 1896 in Ostholstein. (Beitr. z. K. d. Böen u. Gewitterst., IV. Abhdl.) 40 S.
14. *Ann.* — Über Böen, insbesondere die Böe vom 9. September 1913. 18 S.

b. Aufeinanderfolge von Witterungszuständen. — Perioden.

72. *Rep.* — Aufeinanderfolge der unperiodischen Witterungserscheinungen nach Grundsätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung. 52 S. (Vgl. 72. *O.* $6^1/_2$ S.)
73. *O.* — Über mehrjährige Perioden der Witterung, insbesondere über die elfjährige Periode der Temperatur. $17^1/_2$ S.
74. *O.* — Kühler Mai nach mildem Januar. 5 S.
79. Wiener Geogr. Rundschau. — Vieljährige Perioden der Witterung.
80. *O.* — Mehrjährige Perioden der Witterung. $4^1/_2$ S.
81. *O.* — Über mehrjährige Perioden der Witterung. $8^3/_4$ S.
14. *M.* — Lufttemperaturen, Sonnenflecken und Vulkanausbrüche. 23 S.
15. *M.* — Monatliche Perioden in der Witterung. $4^1/_2$ S.

c. Wettervorhersagen und Sturmwarnungen insbesondere.

87. *Mtl.* — Auf die Mondbewegungen gegründete Sturmwarnungen. 7 S.
92. *Ann.* — Drei Jahre Sturmwarnungen an der deutschen Küste. 5 S.
06. *M.* — Handband. Wie erkennt man Blindlingsprognosen? 10 S.

B. Klimatologie (besonders der Festländer).

1. Klima als Gesamterscheinung.

68. *O.* — Die Winter an der Südküste der Krim. $18^1/_2$ S.
75. *O.* — Klima am unteren Jenissei. 6 S.
76. *O.* — Zum Klima der Amurländer. 5 S.
79. *Ann.* — Über das Klima der Insel St. Helena. 15 S.
86. — **Anleitung zu klimatologischen Untersuchungen.** Sonderabdruck aus J. Brauns Lehrbuch der Balneotherapie. 45 S. Braunschweig.
96. *Ann.* — Die gegenwärtige Lage und die neueren Fortschritte der Klimatologie. 9 S. (Auszug aus Hettners Geograph. Ztschr. 1895. 16 S.)
99. — **Klimalehre.** Leipzig, Göschen. 122 S.
01. *M.* — **Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt.** 15 S. (Auszug aus einem Aufsatz, dessen Titel in Hettners Geograph. Ztschr., Jahrg. 1900.) Separat erschienen in Leipzig 1901. 45 S.
06. — **Klimakunde. I. Allgemeine Klimalehre.** Leipzig, Göschen. 152 S. 2. Aufl.

2. Temperatur.

84. *O.* — Zur »Eismänner«-Frage. 6 S.
84. *M.* — Die Wärmezonen der Erde, nach der Dauer der heißen, gemäßigten und kalten Zeit und nach der Wirkung der Wärme auf die organische Welt betrachtet. $11^1/_4$ S.
88. *M.* — Häufigkeit bestimmter Temperaturen in Berlin, verglichen mit trüben und heiteren Klimaten. $5^1/_2$ S.
00. *M.* — Hauptsätze über die Temperaturverteilung in der Erdatmosphäre. 4 S.
11. *Ann.* — Wodurch ist die hohe Wärme Europas und des Nordatlantischen Ozeans bedingt? 7 S.

3. Regen.

68. *O.* — Über Regenwahrscheinlichkeit in einigen Teilen Europas. 8 S.
69. ***Rep.*** — Regen und Windverhältnisse Tauriens. 72 S. (Vgl. 70. *O.* $9^1/_2$ S.)
70. *O.* — Regenverhältnisse von Südwestdeutschland. $12^1/_2$ S.
76. *O.* — Die jährliche Periode der Regenwahrscheinlichheit in der nördlichen Hemisphäre. 14 S.
85. *M.* — Zur Charakteristik der Regen in NW-Europa und Nordamerika. 14 S.
87. ***Ann.*** — Regenverhältnisse der Insel Mauritius und der angrenzenden Meeresteile. 8 S.
87. *W.* — Die Regenverhältnisse Indiens und des Indischen Ozeans, verglichen mit jenen der Tropenzone überhaupt. 9 S.
93. *M.* — Regenwahrscheinlichkeit und Bewölkung in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. 8 S.
96. ***Ann.*** — Tägliche Periode der Gewitter und Regen in Kamerun. 6 S.

4. Bewölkung.

93. ***Arch.*** — Die Häufigkeit der verschiedenen Bewölkungsgrade als klimatologisches Element. (Gemeinsam mit Dr. H. Meyer.) 27 S.

5. Wind.

69. ***Rep.*** — Siehe unter B. 3.
74. ***Rep.*** — Abhängigkeit des klimatischen Charakters der Winde von ihrem Ursprung. 15 S. (Vgl. 74. *O.* $2^1/_2$ S.)

C. Maritime Meteorologie (und Klimatologie).

80. ***Ann.*** — Die Regenverhältnisse des Atlantischen Ozeans (gemeinsam mit A. Sprung). 12 S.
83. ***Ann.*** — Siehe unter A 5.
85. — Kap. 2 und 5 bis 10 im Segelhandbuch der Deutschen Seewarte des Atlantischen Ozeans. I. Aufl.
87. ***Ann.*** u. 87. *W.* — Siehe unter B 3.
87. ***Ann.*** — Die Bewölkung im östlichen Teile des Nordatlantischen Ozeans. 6 S.
90. und 14. — Über das Verhältnis der Temperatur des Wassers und der Oberfläche des Ozeans. 10 S.
90. ***Ann.*** — Siehe unter A 6.
92. — Kap. 2 und 5 bis 9 im Segelhandbuch der Deutschen Seewarte des Indischen Ozeans.
92. ***Ann.*** — Siehe unter A 7.
92. und 93. ***Ann.*** — Siehe unter A 9a.
93. — Verhalten der Öle und Seifen auf Wasseroberflächen und Rolle der Oberflächenspannung bei Beruhigung der Wellen. 16 S.
95. ***Arch.*** — Die Isobarentypen des Nordatlantischen Ozeans und Westeuropas, ihre Beziehungen zur Lage und Bewegung der barometrischen Maxima und Minima (gemeinsam mit Prof. W. I. van Bebber). 27 S.
95. ***Ann.*** — Die Regenverhältnisse des Stillen Ozeans. 14 S.
97. ***Ann.*** — Schätzungen der Windstärke auf Segelschiffen vor und bei dem Winde. 6 S.
97. — Kap. 2, 5 und 6 im Segelhandbuch der Deutschen Seewarte des Stillen Ozeans.
98. ***Ann.*** — Jahres-Isothermen und -Isanomalen der Meeresoberfläche. 4 S.
99. ***Ann.*** — Ist die Veröffentlichung von Einzelbeobachtungen vom Ozean anzustreben? 7 S.
99. — Kap. 2, 4 und 5 im Segelhandbuch der Deutschen Seewarte des Atlantischen Ozeans. II. Aufl.
99. — **Grundlinien der Maritimen Meteorologie.** 89 S. Hamburg 1899.
10. — Kap. 2, 4 und 5 im Segelhandbuch der Deutschen Seewarte des Atlantischen Ozeans. III. Aufl.
11. ***Ann.*** — Siehe unter B 2.
16. ***Ann.*** — Siehe unter A 4.

D. Aerologie.

00. *M.* — Hauptsätze über die Temperaturverteilung in der Erdatmosphäre. 4 S.
01. ***Arch.*** — Bericht über die Erforschung der freien Atmosphäre mit Hilfe von Drachen. 104 S.
04. ***Arch.*** — Versuche über den Stau und Sog an den Oberflächen halb eingetauchter, schräg durch das Wasser geführter drachenähnlicher Körper. 10 S.
04. ***Ann.*** — Tafel zur graphischen Ableitung der Höhen aus den Meteorogrammen bei Drachenaufstiegen. 4 S.
06. ***Ann.*** — Die Drachenstation der Deutschen Seewarte. 27 S.
06. ***Ann.*** — Meteorologische Arbeiten mit Drachen und Ballons. 5 S.
08. ***Ann.*** — Die Windrichtung in 800 Drachenaufstiegen und 44 »Abreißern« bei Hamburg. 15 S.
08. ***Arch.*** — Drei Jahre gleichzeitiger meteorologischer Drachenaufstiege bei Hamburg, Berlin und St. Petersburg. 12 S., 108 Tafeln.
10. ***Ann.*** — Aufstiege von Pilotballons auf deutschen Handelsschiffen in den Jahren 1906 bis 1908. 17 S.
11. ***Arch.*** — Die vertikale Temperaturverteilung zwischen dem Erdboden und 3000 m über Hamburg (gemeinsam mit Dr. J. Wendt). 52 S.
14. *M.* — Beziehungen zwischen Temperatur, Luftdruck und Höhe der Troposphäre im europäischen Flachland (gemeinsam mit Wedemeyer). 26 S.
15. *M.* — Die Bestimmung der Luftströmungen in der Höhe mittels Pilotballon. $4^1/_2$ S.

R. v. Sterneck, Hydrodynamische Theorie der halbtägigen Gezeiten des Mittelmeeres.

Von Dr. A. Defant.

(Hierzu Tafel 13.)

Im Novemberheft des Jahrganges 1913 dieser Zeitschrift habe ich über eine Abhandlung R. v. Sternecks: »Zur Theorie der Gezeiten des Mittelmeeres« berichtet, in welcher zur Erklärung der halbtägigen Gezeiten dieses Meeres die Gleichgewichtstheorie herangezogen wird und in welcher gezeigt wird, daß die nach ihr berechneten Hubhöhen mit den beobachteten hinsichtlich der Größenordnung in guter Übereinstimmung sind; ferner wurde darauf hingewiesen, daß die einzelnen Teile des Mittelmeeres miteinander in mannigfachen, bis dahin ganz unbeachteten Wechselbeziehungen stehen, indem gewisse Wassermengen während der halben Gezeitenperiode durch jede der einzelnen Meeresstraßen in einer bestimmten Richtung hindurchströmen, in der nächsten halben Periode aber in umgekehrter Richtung zurückströmen. Hierdurch finden Veränderungen in der Lage der Oberflächen der einzelnen Becken statt, die v. Sterneck in erster Näherung als Parallelbewegung auffaßte. Durch das Hinzutreten einer derartigen Parallelbewegung zur selbständigen Gezeitenkomponente des westlichen Mittelmeerbeckens ließ sich unter anderem auch die so sehr exzentrische Lage der spanisch-algerischen Knotenlinie in der Hauptsache befriedigend erklären. Die zugrunde gelegten Wasserschiebungen wurden aber in der genannten Arbeit selbst nicht theoretisch erklärt, sondern nur aus den Beobachtungen abgeleitet, einerseits aus Strömungsbeobachtungen in den Straßen von Gibraltar und Messina, anderseits durch Vornahme einer Wasserbilanz auf Grund der beobachteten Amplituden der Gezeitenbewegung.

In einer vor kurzem in den Sitzungsberichten der Kaiserlichen Akademie in Wien erschienenen Abhandlung R. v. Sternecks[1]), die den oben angeführten Titel führt, wurde zunächst die Gleichgewichtstheorie durch die den hydrodynamischen Differentialgleichungen entsprechende Kanaltheorie ersetzt, die außer der Lage der Niveaufläche auch die Trägheit des Wassers berücksichtigt und bei einigen naheliegenden Modifikationen eine direkte Anwendung auf die selbständige Komponente des Schwarzen Meeres und jedes der beiden großen Mittelmeerbecken gestattet, wobei die in der früheren Abhandlung berechneten Perioden der Eigenschwingungen als Grundlage dienten. Ferner wurde auch die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Meeresteile wesentlich genauer als bisher untersucht und die Parallelbewegung durch jene komplizierteren Schwingungsformen ersetzt, die sich unter der Annahme des Mitschwingens mit einer äußeren Gezeitenbewegung aus den hydrodynamischen Differentialgleichungen ableiten lassen.

Schließlich wurden auch die durch die einzelnen Meeresstraßen in der halben Gezeitenperiode hindurchgeschobenen Wassermengen auf Grund der Differentialgleichungen selbst theoretisch erklärt, so daß die in dieser Arbeit entwickelte Theorie überhaupt keine andere empirische Beimengung mehr enthält als die am westlichen Ende der Gibraltarstraße vorausgesetzte Koinzidenz mit der daselbst beobachteten Gezeitenbewegung des Atlantischen Ozeans, die eine zu den Differentialgleichungen hinzukommende Anfangsbedingung darstellt.

Dies ist im Wesen der Inhalt der v. Sterneckschen Arbeit. Die Gezeiten des Adriatischen Meeres sind nicht weiter berücksichtigt worden; ihre Theorie ist in früher erschienenen Abhandlungen, die hier besprochen wurden[2]), festgelegt und ihr ist nichts mehr hinzuzufügen. Bei dem Ägäischen Meere, das als Becken des östlichen Mittelmeerbeckens aufgefaßt wird, tritt der besondere Fall ein, daß es eine von der Periode der die Gezeiten erzeugenden Kräfte (12.3 Stunden) nicht stark abweichende Eigenperiode besitzt, so daß der Fall des Mitschwingens

[1]) Sitzungsbericht der Wiener Akademie. 124. Band 9. Heft, 1915.
[2]) Diese Zeitschrift. Mai 1914, dann Oktober 1914 und Februar 1916.

eintritt. Hier versagen bekanntlich die Formeln, und die Amplituden der entstehenden Schwingung können nur berechnet werden, wenn man von wenigstens einer Stelle dieselbe durch direkte Beobachtungen kennt.

Als Vergleichsmaterial diente das ganze, heutzutage vorliegende Beobachtungsmaterial, das zum Teil durch eigene Beobachtungen des Verfassers namentlich an lückenhaften Stellen ergänzt wurde; es ist extenso in der Abhandlung mitgeteilt, worauf wir hier besonders aufmerksam machen. Auf das westliche Becken samt der Straße von Gibraltar entfallen 38 Stationen, auf das östliche Becken samt der Kleinen Syrte 21 Stationen, auf den Golf von Korinth 5, auf die Straße von Tunis 8, auf die Straße von Messina 3, auf das Ägäische Meer 7 Stationen und schließlich auf das Schwarze Meer 4 Stationen. Das sind insgesamt im Gebiete des Mittelmeeres ohne Adria 86 Stationen.

Sieht man von den an den Meeresstraßen von Messina und Tunis gelegenen Orten, ferner von Tobruk und Kanea, wo die Hafenzeit wohl noch als unbekannt zu betrachten ist, ab, so weichen die Hafenzeiten in den einzelnen Becken des Mittelmeeres in den weitaus meisten Stationen von 3.3^h und 9.3^h (M. E. Z., beim Schwarzen Meere osteuropäische Zeit) nicht wesentlich ab. Nur an 11 Stationen beträgt die Abweichung etwas mehr als eine Stunde und von diesen entfallen 7 auf die als wenig verläßlich bekannten englischen Tide Tables. In Tafel 13 sind schematisch diese Verhältnisse dargestellt. An den beiden Enden der einzelnen Abschnitte stehen die Mittel der Hafenzeiten der dort liegenden Stationen. In der Tafel bedeuten die Trennungslinien zwischen den Gebieten mit den Hafenzeiten 3^h und 9^h auch die Knotenlinien der betreffenden Schwingungen. Die gestrichelten Linien im östlichen Mittelmeerbecken und an der Mündung des Ägäischen Meeres besagen, daß hier die angegebene Lage noch als hypothetisch zu betrachten ist. Bei den Straßen von Messina und Tunis sind die eingezeichneten Trennungslinien die Knotenlinien der hier stattfindenden Längsschwingungen, zu denen infolge der Erdrotation noch eine Querschwingung hinzutritt. Die Pfeile bedeuten die Richtung der Gezeitenströmung von 3^h bis 9^h zur Zeit der Syzygien.

Selbständige Gezeitenkomponenten.

v. Sterneck untersucht zunächst die Wirkung der fluterzeugenden Kräfte auf jedes der drei großen Becken, nämlich das Schwarze Meer, das westliche und das östliche Mittelmeerbecken. Zu diesem Zwecke wurde senkrecht zur Mittellinie dieser Becken, wie es Tafel 13 schematisch zeigt, eine bestimmte Anzahl von Querschnitten gelegt. Die Querschnittsflächen S(x) und die Breiten b(x) wurden genau ermittelt, insoweit sie nicht schon aus früheren Untersuchungen her bekannt waren; die Anzahl der gezogenen Querschnitte ersieht man aus der Tafel; es muß bemerkt werden, daß nicht überall die Querschnitte gleichweit voneinander gelegt wurden; im westlichen Becken sind sie westlich des 10. dichter gezogen als östlich davon.

Das Schwarze Meer, das als völlig abgeschlossenes Becken aufzufassen ist, zeigt wohl nur die selbständige Gezeitenkomponente. Wir wollen hier ihre Berechnung etwas eingehender besprechen als Beispiel für die angewandte Methode, nach der später auch die selbständigen Gezeiten der anderen Becken berechnet wurden. Bezeichnet man mit η die vertikalen Verschiebungen der Oberfläche, mit ξ die in einem Querschnitt als gleichmäßig angenommenen horizontalen Verschiebungen der Wasserteilchen, so liefert die Kanaltheorie[1]) für die Hubhöhe die allgemeine Formel

1. $$2\,\eta = -\frac{2\,\alpha\,l\,T}{\pi\,\tau}\,\frac{\sin\left[\frac{\pi}{l}\,\frac{\tau}{T}\left(x-\frac{1}{2}\,l\right)\right]}{\cos\frac{\pi}{2}\,\frac{\tau}{T}}.$$

Hierin bedeuten τ die Eigenperiode des Kanals, T die Periode der fluterzeugenden Kraft, l die Länge des Kanals und $\alpha\,l$ die der Gleichgewichtstheorie

1) Siehe H. Lamb, Lehrbuch der Hydrodynamik, deutsch von J. Friedel, 1907, S. 308 bis 317.

an den beiden Enden des Meeres entsprechende Hubhöhe; sie ergibt sich aus der Formel[1]) $\alpha l = 78.0 \text{ cm} \cos^2\varphi \operatorname{arc} \Delta\lambda$, in welcher für das Schwarze Meer $\varphi = 43°$ und $\Delta\lambda = 14°$ zu setzen ist. Demnach ist $\alpha l = 10.19$ cm, weiter $\tau = 4.98$[2]) und T = 12.3 Stunden.

Setzt man in obige Formel der Reihe nach $x = 0, \frac{1}{14}, 2\frac{1}{14}$ usw., so erhält man für jeden Querschnitt die nach der Kanaltheorie entsprechende Hubhöhe; sie ist in folgender Tabelle in der ersten Kolonne mitgeteilt; das positive Vorzeichen bedeutet stets die Hafenzeit 3^h, das negative eine solche von 9^h bezogen auf einen mittleren Meridian.

Als Nebenbedingung für einen allseits abgeschlossenen Kanal ergibt sich die Folgerung, daß die Gezeiten unter Konstanz des Wasserquantums vor sich gehen müssen. Es muß also

2. $$\int_0^l 2\eta(x)\, b(x)\, dx = 0$$

sein. Diese Bedingung wird bei den oben abgeleiteten Hubhöhen nur angenähert erfüllt sein; wir korrigieren dieselben durch eine addiktive Konstante γ derart, daß nun

$$\int_0^l [2\eta(x) + \gamma]\, b(x)\, dx = 0$$

wird. Diese korrigierten Werte stehen in der zweiten Kolonne obiger Tabelle.

Aus diesen Werten 2η kann man nun nach der Formel

3. $$2\xi = -\frac{1}{S(x)} \int_0^x 2\eta(x)\, b(x)\, dx$$

die aus den Hauptdifferentialgleichungen für den schwingenden Vorgang in einem Kanal veränderlichen Querschnittes direkt folgt[3]), die horizontalen Verschiebungen in jedem einzelnen Querschnitt berechnen. Sie stehen in der dritten Kolonne und haben sämtlich positives Vorzeichen gemäß der festgesetzten und überall durchgeführten Regel, daß sie mit positiven Vorzeichen versehen werden, wenn sie von 3^h bis 9^h nach Osten und von 9^h bis 3^h nach Westen erfolgen, mit negativen aber, wenn das umgekehrte der Fall ist.

Tabelle 1.

Querschnitt	2η Kanaltheorie cm	2η Korr. cm	2ξ m	Mittel + 87 m	$2\Delta\eta$ cm	2η cm	2η Korrg. cm
0	11.83	11.08	0.0	90	−1.52	11.12	11.2
1	10.33	9.58	5.6	95	−1.61	9.60	9.7
2	8.74	7.99	10.4	99	−1.67	7.99	8.1
3	7.08	6.33	14.1	102	−1.72	6.32	6.4
4	5.36	4.61	16.5	105	−1.78	4.60	4.7
5	3.60	2.85	20.2	111	−1.88	2.82	2.9
6	1.80	1.05	26.7	110	−1.86	0.94	1.0
7	0.00	− 0.75	20.0	107	−1.81	− 0.92	− 0.8
8	− 1.80	− 2.55	19.1	104	−1.76	− 2.73	− 2.7
9	− 3.60	− 4.35	15.4	101	−1.71	− 4.49	− 4.4
10	− 5.36	− 6.11	12.5	98	−1.66	− 6.20	− 6.1
11	− 7.08	− 7.83	9.8	97	−1.64	− 7.86	− 7.8
12	− 8.74	− 9.49	9.2	94	−1.59	− 9.49	− 9.4
13	−10.33	−11.08	4.4	89	−1.50	−11.08	−11.0
14	−11.83	−12.58	0.0			−12.58	−12.5

Nun besitzt die Gestalt des Schwarzen Meeres nur in sehr roher, erster Annäherung die Gestalt eines Kanals konstanter Breite und Tiefe; es lassen sich aber die Abweichungen davon, wie v. Sterneck ausführlich zeigt, in Rechnung ziehen;

[1]) Siehe diese Zeitschrift. November 1913. S. 563.
[2]) Siehe diese Zeitschrift. November 1913. S. 565.
[3]) Siehe diese Zeitschrift. Februar 1916. S. 90.

für das Schwarze Meer ergibt die Theorie, daß $2\,\Delta\,\eta = -0.00016744\,(2\,\xi + 87)$ sein muß (ξ in m, $\Delta\,\eta$ in cm). Kolonne 5 vorstehender Tabelle 1 gibt die Zahlen $2\,\xi + 87$. Die Summe derselben zwischen den Querschnitten 2 bis 12 beträgt 1034 m; die Differenz der den beiden Querschnitten zugehörigen Hubhöhen ist 17.48, der Quotient dieser zwei Zahlen ist 0.00016905, der mit dem theoretischen von 0.00016744 in sehr guter Übereinstimmung steht. Mittels dieser Quotienten berechnen wir die Größe $2\,\Delta\,\eta$, bringen diese den festgehaltenen Werten der Querschnitte 2 und 12 an und erhalten so betreffs des veränderlichen Querschnitts korrigierte Werte $2\,\eta$. Natürlich kann man nun neuerdings die Bedingung der Konstanz des Wasserquantums prüfen, eventuell eine neue addiktive Konstante γ berechnen und schließlich mit beliebiger Annäherung den Differentialgleichungen genügen. Kolonne 6 enthält die definitiven theoretischen Hubhöhen für das Schwarze Meer.

Ganz in gleicher Weise wurden nun auch die selbständigen Gezeitenkomponenten des östlichen und westlichen Mittelmeerbeckens ermittelt. Hierbei wurde zunächst natürlich von jeglichem Wasseraustausch zwischen den einzelnen Becken oder mit dem Atlantischen Ozean gänzlich abgesehen; es wurde also zunächst nur untersucht, wie sich die beiden großen Mittelmeerbecken unter dem Einfluß der fluterzeugenden Kräfte verhalten. Das östliche Becken wurde nicht nur gegen das westliche, sondern auch gegen das Adriatische und Ägäische Meer als abgeschlossen gedacht.

Für das westliche Becken ergeben sich dann, für die Unbekannten in Formel 1, $\alpha\,l = 78.0\text{ cm} \cos^2 39° \cdot \text{arc}\,21° = 17.27\text{ cm}$ und $\tau = 5.96$ Stunden. Dadurch erhält man die der Kanaltheorie entsprechenden Hubhöhen. Sie wurden wegen Konstanz des Wasserquantums nach Formel 2 korrigiert und sodann nach Formel 3 daraus die horizontalen Verschiebungen $2\,\xi$ berechnet. Die Korrektur wegen der Abweichungen des westlichen Mittelmeeres von einem rechteckigen Kanal ergab schließlich die in folgender Tabelle 2 neuerdings wegen Konstanz des Wasserquantums korrigierten Werte $2\,\eta$ und die zugehörigen $2\,\xi$.

Für das östliche Becken sind $\alpha\,l = 78.0\text{ cm} \cos^2 34.3° \cdot \text{arc}\,26° = 24.16\text{ cm}$ und $\tau = 8.54$ Stunden. Die für die 26 Querschnitte berechneten und wie oben korrigierten Werte der vertikalen und horizontalen Verschiebungen $2\,\eta$ und $2\,\xi$ sind in folgender Tabelle neben jenen des westlichen Mittelmeeres mitgeteilt.

Tabelle 2. **Vertikale und horizontale Verschiebungen bei den selbständigen Gezeitenkomponenten.**

im westlichen Mittelmeerbecken						im östlichen Mittelmeerbecken					
Querschnitt	$2\,\eta$ cm	$2\,\xi$ m	Querschnitt	$2\,\eta$ cm	$2\,\xi$ m	Querschnitt	$2\,\eta$ cm	$2\,\xi$ m	Querschnitt	$2\,\eta$ cm	$2\,\xi$ m
0	34.4	0	16	−1.3	20	0	56.9	0	16	−16.1	167
2	30.8	23	18	−5.8	79	2	43.6	216	18	−23.7	99
4	25.9	62	20	−10.7	25	4	33.5	234	20	−29.9	93
6	21.1	41	22	−14.6	15	6	21.3	66	22	−36.0	87
8	16.5	48	24	−18.2	7	8	16.3	46	24	−41.9	46
10	11.7	40	25	−19.9	0	10	11.2	66			
12	7.0	37				12	4.7	127	26	−45.9	0
14	2.7	27				14	−5.2	295			

Zusammenfassend zeigt sich, daß die Theorie sowohl beim Schwarzen Meere wie bei den großen Mittelmeerbecken bezüglich der selbständigen Gezeitenkomponenten ein fast gleiches Verhalten ergibt, wie wenn sie Becken konstanter Tiefe und Breite mit der gleichen Eigenperiode wären. Im westlichen Teil eines jeden Beckens ergeben sich positive Hubhöhen, d. i. eine Hafenzeit 3^h, in den östlichen negative, d. i. eine Hafenzeit 9^h. Die Knotenlinien dieser selbständigen Komponenten kommen überall fast genau in die Mitte der Längsausdehnung zu liegen.

Das Mitschwingen der einzelnen Becken.

1. Die Gezeitenbewegung des Ägäischen Meeres kann wohl nur in einem Mitschwingen mit dem östlichen Mittelmeerbecken, mit dem es durch die Meeresstraßen westlich und östlich von Kreta zusammenhängt, bestehen. Von diesen Meeresstraßen hat die westliche etwa 25 km², die östliche 55 km² Querschnittsfläche; es kommt also, da letztere auch wesentlich breiter ist, diese in erster Linie als Mündungsstelle in Betracht.

Das derartig abgegrenzte Ägäische Meer hat eine von 12.3 Stunden nur wenig abweichende Eigenperiode; es tritt hier der besondere Fall ein, daß die Formeln für das Mitschwingen versagen; es muß deshalb in diesem speziellen Falle die Amplitude an einer Stelle durch Beobachtungen gegeben sein, um sie an den übrigen Orten berechnen zu können. Gewählt wurde zu diesem Zwecke die Hubhöhe für Salonik 30.4 cm, die, da die Hafenzeit dort 3^h beträgt, mit positiven Vorzeichen versehen wurde. Nach der Theorie muß im ganzen Meere dieselbe Hafenzeit herrschen und in der Nähe der Mündungsstelle die Knotenlinie der durch das Mitschwingen bedingten Schaukelbewegung liegen.

Senkrecht zur 651 km langen Linie Salonik—Nordspitze von Karpathos (an der Mündung) wurden 15 Querschnitte gezogen und die den einzelnen derselben zukommenden Flächen S und Breiten b aus der Seekarte ermittelt. Nach der hydrodynamischen Theorie der Schwingungen[1]) haben die Maximalelongationen ξ und η den Gleichungen

4. $$2\,\Delta\,\eta = \frac{4\,\pi^2}{g\,T^2}\,2\,\xi\,\Delta\,x \quad \text{und} \quad 2\,\xi = -\frac{1}{S(x)}\int_0^x 2\,\eta(x)\,b(x)\,dx$$

zu genügen.

Die für das innere Ende (Querschnitt 15) bekannte Hubhöhe ist $2\,\eta =$ 30.4 cm; wird sie bis zum Querschnitt 14 als konstant angenommen, so ergibt sich durch Multiplikation mit der Oberfläche zwischen dem Querschnitt 15 und 14 die durch den Querschnitt 14 in der halben Gezeitenperiode durchgeschobene Wassermenge q und daraus durch Division durch S die horizontale Verschiebung $2\,\xi$. Aus der ersten Gleichung 4) $2\,\eta = 0.00008917\;2\,\xi$ folgt dann die Änderung $2\,\Delta\,\eta$ und durch Subtraktion von 30.4 cm die theoretische Hubhöhe des Querschnitts 14. Auf diese Weise kann man schrittweise weitergehen bis zum Querschnitt 0, d. i. die Mündungsstelle; man erhält hier eine Hubhöhe von + 2.5 m. Diesem Wert kommt aus vielen Gründen natürlich keine besondere reale Bedeutung zu, da der Schwingungsvorgang viel komplizierter ist als hier angenommen wurde; er zeigt aber, daß die Knotenlinie der Schwingung des Ägäischen Meeres nicht weit von der östlichen Mündungsstelle liegen kann; dies bestätigt auch die Berechnung der Eigenperiode des Meeres als Bucht betrachtet, die 11.42 Stunden beträgt und durch Reibungseinflüsse vielleicht noch etwas vergrößert werden dürfte; die Abweichung von 12.3 Stunden ist also sehr klein. Für spätere Betrachtungen ist von Wichtigkeit die errechnete Wassermasse von 35.1 km³ Wasser, die zur Zeit der Syzygien von 9 bis 3^h vom östlichen Mittelmeerbecken an das Ägäische Meer abgegeben wird und die von 3 bis 9^h wieder von ihm zurückgegeben wird. Sie bildet ein Glied in der aufzustellenden Wasserbilanz des östlichen Mittelmeerbeckens.

Tabelle 3. **Mitschwingen des Ägäischen Meeres mit dem östlichen Becken.**

Querschnitt	b km	S km²	q km³	$2\,\xi$ m	$2\,\eta$ cm	Querschnitt	b km	S km²	q km³	$2\,\xi$ m	$2\,\eta$ cm
15	0.0	0.0	0.0	0.0	30.4	5	359.3	164.5	26.52	161.2	15.9
13	185.3	21.6	2.16	100.0	28.5	3	357.5	146.7	31.30	213.4	11.8
11	285.5	78.9	8.80	111.5	27.2	1	280.8	130.9	34.26	261.7	8.2
9	226.0	47.8	14.85	309.9	22.7	0	197.2	55.0	35.12	638.5	2.5
7	361.0	110.0	20.83	189.4	19.0						

[1]) Siehe diese Zeitschrift, Februar 1916, wo die angewandte Methode in ausführlicher Weise dargelegt ist.

2. Das Mitschwingen des östlichen Beckens. Das östliche Becken hat fünf Zugangsstellen mit den Nachbargebieten; davon liegt nur eine, die Straße von Tunis annähernd an einem Ende des Beckens, die anderen aber mehr an den mittleren Partien. Das Mitschwingen des Adriatischen Meeres mit dem östlichen Becken wurde in der Abhandlung: Zur hydrodynamischen Theorie der Adriagezeiten[1]) bereits besprochen. Aus diesem Nebenmeere erhält das östliche Becken zur Zeit der Syzygien von 3 bis 9h etwa 13.1 km^3, aus dem Ägäischen Meere, wie oben näher ausgeführt, zur gleichen Zeit 35.1 km^3, insgesamt also 48.2 km^3. Von 9 bis 3h gibt es dieselbe Menge an diese Nebenmeere wieder ab. Später wird sich zeigen, daß gerade von 9 bis 3h das östliche Becken zur Zeit der Syzygien durch die Straße von Messina einen Wasserzufluß von etwa 11.0 km^3 und durch die Straße von Tunis einen solchen von etwa 41.9 km^3, also insgesamt 52.9 km^3 bekommt, von 3 bis 9h aber diese Wassermenge wieder an das westliche Becken abgibt. Daraus folgt, daß bis auf 4.7 km^3 die Wassermenge des östlichen Mittelmeerbeckens konstant bleiben dürfte. Nimmt man als Effekt des Ein- und Ausströmens dieser Wassermasse eine entsprechende Parallelbewegung der gesamten Oberfläche des Beckens an, so würde es sich um eine Schwankung von höchstens 4 bis 5 mm handeln, die ohne weiteres zu vernachlässigen ist. Im östlichen Mittelmeerbecken scheint also bloß die früher ermittelte selbständige Gezeitenkomponente zur Geltung zu kommen: das Mitschwingen mit den Nachbarmeeren dürfte im allgemeinen hier keine wesentliche Rolle spielen. Die berechneten Hubhöhen der selbständigen Gezeitenkomponente können wir also in diesem Falle als die theoretisch entsprechenden betrachten.

3. Das Mitschwingen des westlichen Beckens mit dem Atlantischen Ozean. Von größter Wichtigkeit für das Gezeitenphänomen besonders im westlichen Mittelmeerbecken ist das Mitschwingen desselben mit der Gezeitenbewegung des Atlantischen Ozeans. Die Verbindungsstelle, die Straße von Gibraltar, ist allerdings sehr eng; jedoch scheint sie, worin Beobachtungstatsachen und Rechnung miteinander übereinstimmen, genügend groß zu sein, um die ganze Gezeitenbewegung des westlichen Beckens nachhaltig zu beeinflussen. Wir fassen also das westliche Mittelmeerbecken als einen am Ende der Gibraltarstraße mit dem Ozean zusammenhängenden Kanal variabler Breite und Tiefe auf. Da der Einfluß der ozeanischen Gezeiten besonders im westlichen Abschnitt des westlichen Beckens sehr groß ausfällt, entschloß sich v. Sterneck, die Querschnitte in diesem Abschnitt wesentlich enger zu ziehen, um den Schwingungsvorgang hier genauer darstellen zu können; wir können hier auf solche Details der Untersuchung nicht eingehen und verweisen diesbezüglich auf die Originalabhandlung. Nach derselben Methode, nach der die Schwingungsbewegungen im Ägäischen Meere berechnet wurden, wird auch hier vorgegangen. Wir nehmen am inneren Ende des Kanals, also an seiner östlichsten Stelle, zunächst eine willkürliche Hubhöhe $2\eta' = 100$ cm an und rechnen mit derselben schrittweise durch alle einzelnen Querschnitte bis zum Querschnitt 0, der Mündung des Kanals in den Ozean; wir erhalten hier unter der vorigen Annahme für das durch den Querschnitt 0 einströmende Wasserquantum $q' = 368.3$ km^3, während aus den Strömungsbeobachtungen des Kapitän N. S. Nares in der Zeit von 3 bis 9h nur eine Wassermenge von 69.8 km^3 in das westliche Becken einströmt. Die berechneten Verschiebungen q', $2\eta'$ und $2\xi'$ sind also, um der Wirklichkeit zu entsprechen, mit dem Proportionalitätsfaktor $69.8 : 368.3 = 0.18952$ zu multiplizieren. Die Größe 2η ist negativ zu nehmen, da am Westende die Hafenzeit des Atlantischen Ozeans 3h beträgt. Von 3 bis 9h erfolgen die Horizontalverschiebungen überall gegen Osten, von 9 bis 3h dagegen gegen Westen. Folgende Tabelle 4 gibt für eine Anzahl ausgewählter Querschnitte die berechneten Größen 2ξ und 2η; letztere sind die durch das Mitschwingen des westlichen Beckens mit dem Atlantischen Ozean hervorgerufenen Hubhöhen; im Vergleich mit der früher berechneten selbständigen Gezeitenkomponente ergibt sich diese durch den Einfluß der Gezeiten des Atlantischen Ozeans bedingte Komponente

[1]) Siehe diese Zeitschrift, Februar 1916, S. 89.

als die wesentlich größere; bis zum Querschnitt 4 spielt sie entschieden die Hauptrolle, ebenso auch vom 13. Querschnitt bis zum östlichen Ende. Nur zwischen dem 5. und 12. Querschnitt ist die selbständige Komponente die bedeutendere.

Tabelle 4. **Mitschwingen des westlichen Beckens mit dem Atlantischen Ozean.**

Querschnitt	2ξ m	2η cm	Querschnitt	2ξ m	2η cm	Querschnitt	2ξ m	2η cm	Querschnitt	2ξ m	2η cm
25	0	— 19.0	15	46	— 11.0	5	415	21.0	5° 20′	5645	91.3
23	13	— 18.6	13	101	— 7.8	3	851	40.9	5° 30′	11142	119.3
21	21	— 17.8	11	183	— 1.8	1	747	57.4	5° 40′	11830	154.9
19	74	— 15.8	9	260	+ 5.0	5° 0′	1722	66.3	5° 50′	8743	194.5
17	40	— 12.6	7	242	11.7	5° 10′	2226	73.3	6° 0′	9527	223.6

4. Mitschwingen des westlichen Beckens mit dem östlichen. Wie in einem späteren Teil gezeigt wird, folgt aus rein theoretischen Überlegungen, daß das westliche Becken zur Zeit der Syzygien von 3 bis 9h durch die Straße von Messina etwa 11.0 km³, durch die Straße von Tunis etwa 49.9 km³ Wasser empfängt, die es dann wieder in der Zeit von 9 bis 3h an das östliche Becken abgibt.

Durch die Differentialgleichungen 4 ist es wieder nach der früheren Methode möglich zu untersuchen, wie sich die einströmenden Mengen innerhalb des westlichen Beckens verteilen. Für die Straße von Messina, die nahezu am östlichen Ende des Beckens liegt, können wir die Rechnung mit denselben Querschnitten durchführen, die wir bisher benutzt haben. Das schließliche Ergebnis steht für nahezu dieselben Querschnitte, die in vorhergehender Tabelle enthalten sind, in folgender Tabelle 5. Man sieht, daß die durch das Mit-

Tabelle 5. **Mitschwingen des westlichen Beckens mit dem östlichen.**

Straße von Messina						Straße von Tunis					
Querschnitt	2ξ m	2η cm	Querschnitt	2ξ m	2η cm	Querschnitt	2ξ m	2η cm	Querschnitt	2ξ m	2η cm
0	0	— 2.8	13	— 6	— 1.8	0′	— 2597	— 0.6	7′	— 14	— 6.6
1	— 1	— 2.8	15	— 5	— 1.6	1′	— 61	— 2.7	8′	— 9	— 6.9
3	— 7	— 2.7	17	— 7	— 1.4	2′	— 42	— 3.7	9′	— 7	— 7.0
5	— 6	— 2.5	19	— 20	— 0.4	3′	— 36	— 4.4	10′	6	— 7.1
7	— 5	— 2.4	21	— 12	0.0	4′	— 45	— 5.0	11′	— 10	— 7.4
9	— 7	— 2.2	23	— 22	+ 0.8	5′	— 31	— 5.7	12′	.	— 7.4
11	— 7	— 2.0	25	— 37	+ 2.9	6′	— 23	— 6.2			

schwingen des westlichen Beckens mit dem östlichen durch die Straße von Messina bedingten Hubhöhen sehr klein sind; der Einfluß der Straße von Messina erweist sich dadurch als ziemlich geringfügig.

Etwas größer ist jener der Straße von Tunis. Diese Straße liegt nicht parallel zu den bisher benutzten Querschnitten; es mußte deshalb zu einer anderen Art von Querschnittsystem übergegangen werden, die in Tafel 13 angegeben ist. Die horizontalen Verschiebungen infolge des Einströmens der erwähnten Wassermassen erfolgte auch hier senkrecht zu den neu gelegten Querschnitten.

Nach der früheren Methode wurden nun wieder von Querschnitt zu Querschnitt die horizontalen wie die vertikalen Verschiebungen nach Gleichungen 4 berechnet. Das Resultat steht in obiger Tabelle. Das Mitschwingen des westlichen Beckens mit der Tunisstraße zeigt in den nördlichen und westlichen Teilen immerhin doch Hubhöhen bis zu 7 cm und ist deshalb kaum zu vernachlässigen.

Tabelle 6. **Theoretische Hubhöhen im westlichen Mittelmeerbecken.**

Querschnitt	2η cm	Querschnitt	2η cm	Querschnitt	2η cm	Querschnitt	2η cm	Querschnitt	2η cm
6° 0′	+ 248.4	1	+ 80.0	8	+ 15.9	15	— 18.0	22	— 34.7
5° 50′	+ 219.3	2	+ 68.7	9	+ 10.0	16	— 20.4	23	— 35.8
40′	+ 179.7	3	+ 59.6	10	+ 4.5	17	— 22.7	24	— 35.5
30′	+ 144.1	4	+ 46.2	11	— 1.3	18	— 25.1	25	— 36.0
20′	+ 115.5	5	+ 34.9	12	— 6.9	19	— 29.7		
10′	+ 97.2	6	+ 27.4	13	— 11.2	20	— 31.1		
0′	+ 89.8	7	+ 21.2	14	— 14.9	21	— 33.0		

5. Theoretische Gezeiten des westlichen Mittelmeerbeckens. Die theoretischen Hubhöhen im westlichen Mittelmeerbecken findet man nun, wenn man alle einzelnen Gezeitenkomponenten additiv zusammenfaßt; das ist in vorstehender Tabelle 6 geschehen; ein negativer Wert der Hubhöhe gibt an, daß die Hafenzeit 9h, ein positiver, daß sie 3h ist. Die Zusammensetzung ist nur deshalb rein additiv, weil das Mitschwingen mit dem Atlantischen Ozean, die selbständige Gezeitenkomponente und das Mitschwingen mit dem östlichen Becken nahezu synchron sind. Bei der Komponente, die von der Straße von Tunis herrührt, wurden die den einzelnen Querschnitten an ihren Enden entsprechenden Werte gesondert eingesetzt und schließlich, da die Unterschiede nur gering ausfielen, doch wieder nur die Mittel für beide Enden berücksichtigt.

In dieser theoretischen Ableitung der Gezeitenbewegung im westlichen Mittelmeerbecken finden sich als einzige Beobachtungsgrundlagen: 1. die Wassermenge, die durch das westliche Ende der Gibraltarstraße zur Zeit der Syzygien von 3h bis 9h einströmt, oder mit anderen Worten die Tatsache, daß an erwähnter Stelle die Hafenzeit 3h und eine Hubhöhe von etwa 220 cm vorhanden ist; 2. die bei Messina und Tunis ins Westbecken einströmende Wassermenge. Würde es gelingen, für letztere Größen einen theoretischen Nachweis zu erbringen, so wäre in vorstehender Theorie als einzige Beobachtungstatsache nur die Beobachtung aufgenommen, daß am westlichen Ende der Gibraltarstraße Hafenzeit 3h und eine Hubhöhe von etwa 220 cm herrscht.

Der Vergleich mit den Hubhöhen der einzelnen Stationen folgt später; nur darauf soll hier kurz hingewiesen werden, daß die Theorie für die Lage der Knotenlinie der Schwingung des Westbeckens eine Gerade zwischen dem 10. und 11. Querschnitt ergibt, während nach den Beobachtungen die spanisch-algerische Knotenlinie ungefähr mit dem Querschnitt 10 zusammenfällt. Damit wäre die so sehr exzentrische Lage der Knotenlinie erklärt.

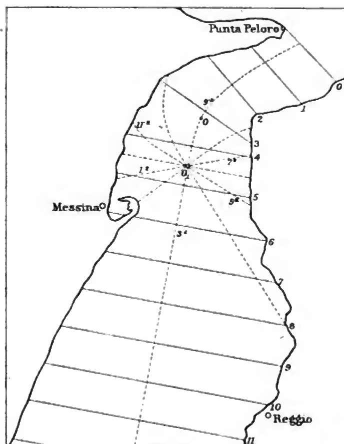
Die Straßen von Messina und Tunis.

Diese beiden Straßen bilden Mittelglieder zwischen den beiden großen Mittelmeerbecken und müssen daher durch die in diesen vorhandenen Gezeitenbewegungen in ganz bestimmte Schwingungen geraten; hier werden zunächst nur die Längsschwingungen in Betracht gezogen; es treten infolge der Einwirkung der Erdrotation auf diese auch Querschwingungen auf, die später noch besprochen werden.

Die Straße von Messina bietet das einfachere Problem, da bei ihrer kleinen Oberfläche die während einer halben Gezeitenperiode in ihr auftretende Vermehrung bzw. Verminderung der Wassermenge gegenüber der in derselben Zeit hindurchströmenden Wassermenge ganz zu vernachlässigen wäre. Die Gesamtoberfläche des Kanals ist rund 426 km^2; sogar bei einer gleichzeitigen Hebung oder Senkung von 30 cm würde sich innerhalb derselben die Wassermenge bloß um 0.13 km^3 vermehren oder vermindern, was ganz zu vernachlässigen ist. Die horizontalen Verschiebungen können also stets den Querschnittsflächen proportional gesetzt werden. v. Sterneck hat durch die ganze Straße senkrecht zur Mittellinie 21 Querschnitte gelegt und ihre Breiten und Flächen aus der italienischen Seekarte genau ermittelt; der nördlichere, besonders interessante Teil der Straße

ist in Fig. 1 wiedergegeben. Die Entfernung zweier Querschnitte beträgt bloß 1.85 km. Am nördlichen Ende der Straße (Querschnitt 0) hatten wir im westlichen Becken eine theoretische Hubhöhe von 36.0 cm; am südlichen Ende beträgt dagegen im östlichen Becken die Hubhöhe + 23.5 cm. Die Gleichungen 4 ergeben, daß innerhalb der Straße die Änderungen von $2\,\Delta\,\eta$ von Querschnitt zu Querschnitt proportional den horizontalen Verschiebungen, also auch den reziproken Querschnittsflächen proportional sind. Daraus kann man die den einzelnen Querschnitten zukommenden Hubhöhen $2\,\eta$ berechnen. Die theoretische Knotenlinie der Schwingung in der Straße von Messina liegt sehr nahe an dem nördlichen Ende, nämlich zwischen dem 3. und 4. Querschnitt.

Fig. 1.



Zur Ermittlung der in der halben Gezeitenperiode hindurchströmenden Wassermenge ist noch die Kenntnis der horizontalen Verschiebungen $2\,\xi$ notwendig. Die Rechnung wird zunächst unter der provisorischen Annahme, daß die hindurchgeschobene Quantität gerade 1 km³ beträgt, durchgeführt; sie ergibt bestimmte horizontale Verschiebungen $2\,\xi'$. Diesen folgen aber nach der ersten der Gleichung 14 andere $2\,\eta$ als jene, die wir aus der früheren Annahme erhalten haben. Um eine Übereinstimmung zu erzielen, ist eine Vergrößerung der Werte $2\,\xi'$ notwendig, die durch den Faktor 11.04 bewerkstelligt wird. Die in der halben Gezeitenperiode hindurchgeschobene Wassermenge muß demnach 11.0mal größer sein, also 11.0 km³ betragen, um Verhältnisse zu ergeben, die den zugrunde gelegten Annahmen entsprechen. Die Theorie verlangt, daß die Strömung von 9^h bis 3^h in jener Richtung erfolgt, in welcher die um 3^h erreichten Wasserhöhen in Zunahme begriffen sind, in unserem Falle gegen Süden, von 3^h bis 9^h in umgekehrter Richtung, also gegen Norden. Da die Strömung nach Norden vom östlichen ins westliche Becken erfolgt, also gewissermaßen gegen Westen gerichtet ist, wurde ihr ein negatives Vorzeichen gegeben. Folgende Tabelle 7 gibt im Auszuge Hubhöhen und horizontale Verschiebungen für einzelne Querschnitte in der Straße von Messina. Die Strömungsbeobachtungen ergeben zur Zeit der Syzygien eine Maximalgeschwindigkeit von etwa 2.6 m/sec; die durch den kleinsten Querschnitt in der halben Gezeitenperiode hindurchgeschobene Wassermenge ergibt sich daraus zu 10.99 km³, was zufällig mit dem früher theoretisch ermittelten Werte völlig übereinstimmt; jedenfalls zeigt die Rechnung, daß eine befriedigende Übereinstimmung mit den Beobachtungen auch betreffs der Strömungsbeobachtungen vorhanden ist.

Tabelle 7. **Schwingung in der Straße von Messina.**

Querschnitt	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$2\,\xi$ m	— 26 277	— 36 786	— 13 138	— 7827	— 3482	— 2363	— 1733	— 1125	— 864	— 628	— 423
$2\,\eta$ cm	— 36.0	— 15.3	+ 6.6	+ 13.0	+ 17.0	+ 19.2	+ 20.7	+ 21.5	+ 22.6	+ 23.1	+ 23.5

Die Verhältnisse in der Straße von Tunis sind verwickelter, um so mehr als die kleine Syrte besondere Schwingungsverhältnisse aufweist. In der Ab-

handlung wird dies eingehend nachgewiesen; wir können jedoch hier darauf nicht näher eingehen. Die Trennungslinie zwischen beiden Schwingungsgebieten ersieht man aus folgender Fig. 2. In der Straße von Tunis wurden 11 Querschnitte gelegt; Breite und Flächen derselben wurden der deutschen Admiralskarte entnommen. Die Entfernung zweier Querschnitte beträgt 38.5 km. Die theoretischen Hubhöhen am westlichen sowie am östlichen Ende sind aus den früheren Ausführungen bekannt. Die zur Ermittlung der hindurchgeschobenen Wassermenge und des in der Straße vorhandenen Schwingungsvorganges angewandte Methode ist genau dieselbe, wie sie im vorhergehenden Falle benutzt wurde; dieser Hinweis möge hier genügen. Das Ergebnis der Rechnung ist folgendes: Die durch den Querschnitt 0 theoretisch hindurchgeschobene Wassermenge beträgt 49.9 km³. Die Strömung erfolgt wieder von 3ʰ bis 9ʰ aus dem östlichen ins westliche, von 9ʰ bis 3ʰ aus dem westlichen ins östliche Becken. Die Hubhöhen und horizontalen Verschiebungen stehen für die einzelnen Querschnitte in folgender Tabelle 8. Die Knotenlinie der Schwingung liegt ungefähr in der Mitte zwischen dem zweiten und dritten Querschnitt, also nahe dem nordwestlichen Ende der Tunisstraße.

Fig. 2.

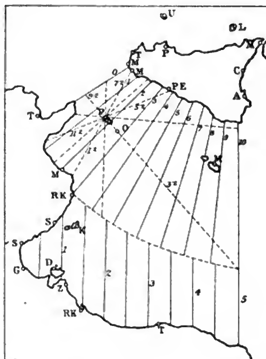


Tabelle 8. **Schwingungen der Straße von Tunis.**

Querschnitt	2η cm	2ξ m	Hindurchgeschobenes Wasserquantum km³	Querschnitt	2η cm	2ξ m	Hindurchgeschobenes Wasserquantum km³
0	− 30.4	− 2597	49.9	6	+ 13.1	− 398	50.1
1	− 14.1	− 1567	51.4	7	+ 16.1	− 370	48.6
2	− 3.7	− 1065	52.3	8	+ 19.1	− 408	46.7
3	+ 2.5	− 507	52.4	9	+ 22.6	− 474	44.5
4	+ 6.0	− 391	52.0	10	+ 26.7	− 573	41.9
5	+ 9.5	− 505	51.3				

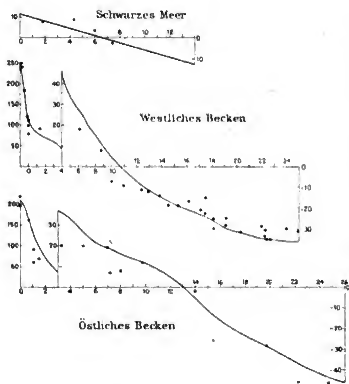
Vergleich der Theorie mit den Beobachtungen.

Für jede Station, für welche die Hafenzeit bekannt ist, kann nun die beobachtete Hubhöhe mit der nach der dargelegten Theorie berechneten verglichen werden. Dort, wo nicht wesentlich andere Hafenzeiten als 3ʰ und 9ʰ beobachtet wurden, ist der Vergleich ohne weiteres durchführbar; in den Straßen von Messina und Tunis, wo die Beobachtungen auch ganz andere Hafenzeiten ergeben, muß, da bisher bloß die Längsschwingungen in ihnen untersucht wurden, eine Trennung der einzelnen Komponenten der Hubhöhen vorgenommen werden. Die dazu benutzte Methode wurde in einer früheren Abhandlung eingehend beschrieben [1]).

Die Übereinstimmung zwischen der beobachteten und berechneten Hubhöhe ist eine vollauf befriedigende. Fig. 3 auf S. 472 zeigt dies für alle drei großen Becken in auffallender Weise; in ihr entsprechen die Kurven den theoretischen, die Punkte den beobachteten Werten. Da die Hubhöhen an den westlichen Enden der beiden Mittelmeerbecken sehr groß sind, ist daselbst in der Zeichnung ein kleinerer Maßstab für die Ordinate gewählt worden, so daß die Kurven aus je zwei Teilen bestehen.

[1]) Siehe diese Zeitschrift Oktober 1914, S. 556 u. ff.

Fig. 3.



Sowohl was die absoluten Werte betrifft, als auch hinsichtlich der Stellen, an denen ein Vorzeichenwechsel (Knotenlinie) eintritt, ist die Übereinstimmung eine überraschend gute. Hierbei muß noch ausdrücklich erwähnt werden, daß in der Theorie keine anderen Beobachtungstatsachen aufgenommen erscheinen als daß am westlichen Ende der Gibraltarstraße eine bestimmte Hubhöhe und Hafenzeit herrscht. Ist letztere fix gegeben, so sind auch die Hubhöhen und Hafenzeiten des gesamten Mittelmeerbeckens fixiert. Nur beim Ägäischen Meere mußte noch ein einzelnes Beobachtungsdatum verwendet werden. In Anbetracht dieses Umstandes ist es erstaunlich, daß die hier von v. Sterneck dargelegte hydrodynamische Theorie auch in den Einzelheiten den Tatsachen vollauf entspricht.

Amphidromien infolge der Erdrotation.

Die bisher betrachteten Schwingungen waren Längsschwingungen der einzelnen Meeresbecken mit ganz bestimmten, parallel zur Längsachse erfolgenden horizontalen Verschiebungen der Wasserteilchen, die zur Zeit der Syzygien überall ungefähr um 3ᵸ und um 9ᵸ ihre Richtung ändern, also um 6ᵸ und 12ᵸ mit maximaler Geschwindigkeit vor sich gehen. Wenn v die in einer Stunde erreichte Maximalgeschwindigkeit eines Teilchens ist, so wirkt auf dasselbe infolge der Erdrotation eine nach rechts gerichtete ablenkende Kraft mit einer Beschleunigung von $2\,\omega\,v\,\sin\,\varphi$. Erdschwere und ablenkende Kraft der Erdrotation ergeben zusammen eine Richtung der Resultierenden, auf der die Niveaufläche jeweils senkrecht steht, und die um einen kleinen Winkel α gegen die Vertikale geneigt ist. Hierbei ist $\tan\,\alpha = 2\,\omega\,v\,\sin\,\varphi : g$. Die Größe v wechselt alle 6 Stunden ihr Vorzeichen; deshalb nimmt auch der Winkel α bald positive, bald negative Werte an.

Indem nun die Wasseroberfläche die Lage der Niveaufläche einnimmt, entsteht zur Längsschwingung eine Querschwingung, die mit ihr vereinigt, in der Umgebung jeder Knotenlinie der ersteren eine Amphidromie der Flutstundenlinien erzeugen muß. In den einzelnen Meeresbecken des Mittelländischen Meeres müssen wir also Amphidromien zu gewärtigen haben; alle eventuell zur Ausbildung gelangenden müssen entgegen dem Sinne des Uhrzeigers verlaufen; ob sie tatsächlich so deutlich zur Ausbildung kommen, daß sie beobachtet werden können, hängt vor allem von v ab, also von der Größe der horizontalen Verschiebungen.

Die Rechnung, auf die wir hier nicht näher eingehen können, ergibt, daß die Amphidromie des Schwarzen Meeres am wenigsten ausgebildet sein kann. Theorie und Beobachtung zeigen also hier nahezu eine einfache Schaukelbewegung. Dagegen muß die Amphidromie in den Meeresstraßen von Messina und Tunis theoretisch ziemlich groß ausfallen; die der Theorie entsprechenden Flutstundenlinien sind in den früheren Fig. 1 und 2 eingezeichnet. Ihre Lage stimmt mit den wenigen heute vorliegenden Beobachtungen gut überein.

Auch im östlichen und westlichen Mittelmeerbecken müßten nach der Theorie in der Nähe der entsprechenden Knotenlinien ziemlich gut ausgesprochene Amphidromien zur Beobachtung gelangen. Die beobachteten Hafenzeiten einzelner Stationen fügen sich in die theoretischen Amphidromien ziemlich gut ein; jedenfalls fehlt noch, besonders im östlichen Becken, gerade in der Nähe der Knotenlinie genügend exaktes Beobachtungsmaterial, um die Ergebnisse der Rechnung an der Erfahrung zu prüfen.

Über den örtlichen Einfluß von Luftdruck und Wind auf den Wasserstand der Ostsee.

Von **Otto Meißner**, Potsdam.

In den letzten Jahren habe ich auf Grund des Materials, das die dem Kgl. Geodätischen Institut gehörigen Registrierpegel der drei Ostseestationen Travemünde, Svinemünde und Memel in den Jahren 1898 bis 1910 geliefert haben, umfangreiche Untersuchungen über den Einfluß von Luftdruck und Wind auf den Wasserstand angestellt. Da ihre vollständige Veröffentlichung vorläufig noch nicht zu erwarten ist, möchte ich im folgenden eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten Resultate geben.

1. Einfluß des Luftdrucks auf den Wasserstand.

Als Luftdruckmittel sind die 8h vorm. Ablesungen der Pegelwärter angenommen, an denjenigen Tagen aber, an denen wegen starken Windes zwei oder drei Ablesungen gemacht wurden, das Mittel dieser Werte. Eine Temperaturkorrektion ist nicht angebracht. Die sämtlichen Tage der 13 Jahre sind nun nach ihren Luftdruckmitteln geordnet, wobei von 5 zu 5 mm fortschreitende Stufen gebildet wurden, wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist; in den beiden extremsten Stufen wurden alle Tage mit einem Luftdruck von unter 740 bzw. über 780 mm zusammengefaßt. Die zugehörigen Werte des Wasserstandes sind nach Anbringung einiger kleinerer Korrektionen wegen falscher Stellung des Schreibstiftes und Senkung des Pegelhauses erstens auf Abweichungen vom Jahresmittel, zweitens auch auf Abweichungen vom zugehörigen Monatsmittel reduziert. In Tabelle 1 sind diese Werte mit M_1 bzw. M_2 bezeichnet, A bedeutet die Anzahl der Tage. Wie man sieht, sind die Abweichungen $M_1 - M_2$ nicht allzu bedeutend und liegen häufig noch innerhalb der Ungenauigkeitsgrenzen, wie aus den Zahlen für Memel hervorgeht, wo die mittleren Fehler der einzelnen Werte berechnet sind.

Tabelle 1.

Einfluß des Luftdrucks auf den Wasserstand.

mm		735	740	745	750	755	760	765	770	775	780	mm
Travemünde	M_1	− 50	− 127	+ 19	+ 12	− 16	+ 1	+ 16	+ 1	− 32	− 67	+ 125	mm
	M_2	− 22	− 84	+ 34	+ 25	− 5	− 2	+ 7	− 2	− 23	− 33	+ 150	mm
	A	16	33	127	258	608	979	1267	1046	346	63	4	Tage
Swinemünde	M_1		+ 103	+ 90	+ 35	+ 20	+ 12	− 2	− 29	− 90	− 91	− 140	mm
	M_2		+ 98	+ 79	+ 45	+ 22	+ 5	− 6	− 19	− 67	− 63	− 116	mm
	A		57	113	317	720	1168	1271	740	279	68	14	Tage
Memel	M_1		+ 265	+ 192	+ 126	+ 74	+ 29	− 22	− 70	− 102	− 127	− 87	mm
	mittl. Fehler		± 39	± 28	± 17	± 10	± 7	± 11	± 8	± 11	± 24	± 27	mm
	M_2		+ 205	+ 109	+ 87	+ 46	+ 15	− 10	− 43	− 57	− 96	− 120	mm
	mittl. Fehler		± 24	± 15	± 10	± 5	± 3	± 8	± 5	± 7	± 16	± 13	mm
	A		56	114	283	641	1040	1266	820	377	115	35	Tage

Während die Zahlen für Memel und Swinemünde einen ziemlich regelmäßigen Gang zeigen, der wenigstens qualitativ auch der Theorie entspricht: bei hohem Luftdruck, der das Wasser vom Beobachtungsorte wegdrückt, negative Abweichungen vom Mittel, bei niedrigem umgekehrt, zeigen die Werte für Travemünde Abnormitäten, die jedenfalls auf die für solche Untersuchungen ungünstige Lage der Station im Innern der Lübecker Bucht zurückzuführen sind.

Aber auch bei Swinemünde und Memel ist eine systematische Verfälschung der Ergebnisse, und zwar durch den Einfluß des Windes, zu vermuten. Denn im allgemeinen ist bei hohem Luftdruck Ostwind, bei tiefem Westwind, und das bleibt auch im Mittel vieler Jahre so. Deshalb würde auch eine auf noch mehr

Jahre ausgedehnte Untersuchung keine Ergebnisse liefern können, die eine größere Sicherheit, d. h. Freiheit von systematischen Fehlern, hätten als die vorliegenden.

In der ausführlichen Arbeit ist der Versuch einer Trennung des Windeinflusses von dem des Luftdrucks gemacht, doch stößt dieser eben wegen des parallelen Ganges beider Elemente auf sehr große Schwierigkeiten, wie hier nicht näher ausgeführt werden soll.

Auch den Einfluß der Beständigkeit des Luftdrucks habe ich untersucht. Es ergaben sich 20 Perioden mit annähernd konstantem hohen Luftdruck von 774 ± 3 mm und durchschnittlich 16 Tagen Länge, sowie 15 Perioden von annähernd gleichmäßig tiefem Luftdruck von 754 ± 2 mm, und etwa gleicher Länge. Aus der folgenden Tabelle 2, die die Abweichungen des Wasserstandes vom Mittelwasser des ersten Tages in Millimetern wiedergibt, ersieht man, daß bei hohem Luftdruck nach ungefähr 10 Tagen, bei tiefem schon einige Tage früher, ein annähernd konstanter Wasserstand sich einstellt, der, wie es auch die Theorie verlangt, bei hohem Barometerstande unter, bei tiefem über dem Mittelwasser liegt, und zwar um 150 bis 200 mm.

Tabelle 2.

Memel.

Einfluß der Beständigkeit des Luftdrucks.

Tag	Hoher Luftdruck (774 ± 3 mm). Abweichung vom Wasserstand des 1. Tags in mm	Tiefer Luftdruck (754 ± 2 mm). Abweichung vom Wasserstand des 1. Tags in mm	Tag	Hoher Luftdruck (774 ± 3 mm). Abweichung vom Wasserstand des 1. Tags in mm	Tiefer Luftdruck (754 ± 2 mm). Abweichung vom Wasserstand des 1. Tags in mm
1.	0	0	9.	— 161 ± 26	+ 133
2.	— 43 ± 11	+ 55	10.	— 183 30	+ 144
3.	— 61 13	+ 38	11.	— 196 35	+ 92
4.	— 56 14	+ 36	12.	— 190 38	+ 113
5.	— 87 20	+ 60	13.	— 206 41	+ 126
6.	— 87 22	+ 92	14.	— 198 44	+ 125
7.	— 111 25	+ 137	15.	— 205 47	+ 174
8.	— 129 27	+ 143	16.	— 242 30	

Natürlich ist auch in diesen Zahlen ein gewisser Windeinfluß enthalten, doch ist dieser, wie eine hier nicht mitgeteilte Spezialuntersuchung ergeben hat, verhältnismäßig klein.

2. Einfluß des Windes auf den Wasserstand.

Bei der Berechnung des Einflusses des Windes habe ich alle Tage mit annähernd konstanter Windrichtung benutzt, also diejenigen ausgeschlossen, an denen die an den drei Terminen abgelesenen Windrichtungen um mehr als 90 Grad voneinander abwichen. Ferner habe ich Windrichtung und -stärke gemittelt, was die Voraussetzung einschließt, daß die Beaufortschätzungen der Windstärke proportional sind, was ja auch wenigstens annähernd zutrifft. Für jedes der 13 Jahre sind nun für die 8 Hauptwindrichtungen und die Beaufortstärken 0—1, 1—2 usw. die zugehörigen Mittel der Wasserstandsabweichungen vom Jahresmittel gebildet. Das Mittel für alle Stärken einer Windrichtung ist natürlich unter Berücksichtigung der Gewichte, d. d. der Häufigkeit der einzelnen Stärkegrade, gebildet. Obwohl die Häufigkeit der Winde von Jahr zu Jahr etwas schwankt, ist doch das einfache arithmetische Mittel aller 13 Jahrgänge von dem strengen, unter Berücksichtigung der wechselnden Häufigkeit erhaltenen, um höchstens 3, meist aber nur 1—2 mm verschieden.

Tabelle 3.

Einfluß von Windrichtung und -stärke auf den Wasserstand.

a. Travemünde.

Beaufort	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	> 7	Mittel
S	+ 4	— 39	— 15	— 82	— 52	— 67	— 370	.	— **48** ± 13
SW	— 34	— 53	— 40	— 112	— 162	— 239	— 398	— 506	— **136** ± 7
W	+ 40	— 22	— 33	— 32	— 118	— 183	— 298	— 332	— **86** ± 6
NW	+ 65	+ 72	+ 74	+ 103	+ 94	+ 142	+ 77	— 1	+ **88** ± 7
N	+ 43	+ 48	+ 76	+ 176	+ 315	+ 438	+ 728	+ 718	+ **145** ± 16
NO	+ 31	+ 18	+ 39	+ 106	+ 210	+ 282	+ 592	+ 847	+ **144** ± 11
O	— 9	— 3	+ 60	+ 90	+ 122	+ 236	+ 340	+ 718	+ **105** ± 16
SO	— 14	— 2	+ 29	+ 25	+ 89	— 2	+ 337	.	+ **36** ± 13

b. Swinemünde.

Beaufort	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	> 7	Mittel
S	— 31	— 45	— 86	— 106	— 187	— 214	— 299	— 351	— **105** ± 10
SW	+ 9	— 59	— 64	— 72	— 113	— 140	— 256	— 250	— **93** ± 6
W	— 40	+ 41	+ 33	+ 47	+ 62*	+ 78	— 25	— 75	+ **45** ± 8
NW	— 34	+ 42	+ 59	+ 131	+ 215	+ 294	+ 265	+ 466	+ **121** ± 7
N	+ 10	+ 22	+ 54	+ 124	+ 283	+ 306	+ 342	+ 662	+ **102** ± 10
NO	— 32	— 14	+ 13	+ 9	+ 72	+ 163	+ 189	+ 459	+ **38** ± 12
O	+ 74	— 44	— 0	— 2	— 47	— 66	— 54	.	— **6** ± 10
SO	+ 51	— 46	— 58	— 70	— 114	— 117	— 154	— 174	— **76** ± 5

c. Memel.

Beaufort	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	> 7	Mittel
S	.	— 47	— 31	— 38	+ 9	+ 35	+ 25	+ 442	— **23**
	.	± 32	± 16	± 8	± 36	± 31	± 35	.	± 8
SW	.	— 67	— 29	— 18	+ 48	+ 114	+ 153	+ 242	+ **33**
	.	± 32	± 16	± 15	± 15	± 21	± 21	± 29	± 6
W	± 119	— 31	+ 28	+ 51	+ 125	+ 176	+ 238	+ 342	+ **124**
	± 100	± 25	± 18	± 14	± 20	± 15	± 26	± 28	± 9
NW	— 36	— 24	— 6	+ 19	+ 123	+ 156	+ 255	+ 296	+ **78**
	.	± 27	± 21	± 14	± 18	± 20	± 45	± 23	± 8
N	.	— 33	+ 5	+ 15	+ 56	— 18	+ 258	+ 421	+ **18**
	.	± 28	± 13	± 21	± 27	± 36	± 54	± 31	± 15
NO	— 311	— 68	— 24	— 90	— 88	— 36	.	+ 328	— **56**
	.	± 31	± 20	± 19	± 18	± 86	.	.	± 16
O	— 20	— 51	— 79	— 108	— 97	+ 17	— 227	.	— **82**
	± 26	± 15	± 15	± 20	± 32	± 85	.	.	± 13
SO	— 199	— 70	— 88	— 130	— 135	— 180	— 59	.	— **114**
	± 39	± 20	± 10	± 17	± 20	± 53	± 35	.	± 11

Bei der Betrachtung der Tabelle fällt auf, daß in Travemünde nur drei Windrichtungen negative Abweichungen des Wasserstandes vom Mittel veranlassen, fünf dagegen positive. Das liegt natürlich an der ungleichen Häufigkeit: N- und NO-Winde, die große positive Abweichungen des Wasserstandes vom Mittel erzeugen, sind verhältnismäßig selten, SW- und W-Winde viel häufiger (vgl. folgende Tabelle 4).

Bei Swinemünde und Memel, wo die Küste auf eine größere Strecke hin annähernd geradlinig, ostwestlich bzw. nordsüdlich, verläuft, tritt denn auch der Einfluß des Windes auf den Wasserstand mit so großer Deutlichkeit hervor, daß man allein aus den mitgeteilten Mittelwerten für die 8 Windrichtungen den Küstenverlauf mindestens bis auf einige Striche genau bestimmen könnte.

Auch diese in Tabelle 3 mitgeteilten Werte sind noch nicht ganz frei von systematischen Fehlern. Erstens ist zu berücksichtigen, daß der mittlere Luftdruck bei den einzelnen Richtungen verschieden ist, ferner, daß die mittlere Windstärke der Westwinde größer ist als die der Ostwinde; nicht zu vernachlässigen ist schließlich der jährliche Gang der Häufigkeit der einzelnen Richtungen: Ost- und Nordostwinde sind im Frühjahr besonders häufig, und das macht wegen des bedeutenden jährlichen Ganges des Wasserstandes natürlich

viel aus, wenn man, wie in Tabelle 3 geschehen, die Wasserstände auf Abweichungen vom Jahresmittel reduziert. Die ausführlichen Untersuchungen, die ich angestellt habe, um die erwähnten Einflüsse möglichst auszuschalten, sind zu umfangreich, um hier wiedergegeben werden zu können. Doch sind die Ergebnisse in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4.

Einfluß der Windrichtung auf den Wasserstand.

		S	SW	W	NW	N	NO	O	SO
Travemünde	beobachteter Wert .	− 48	− 136	− 86	+ 88	+ 145	+ 144	+ 105	+ 36
	reduzierter Wert . .	**− 50**	**− 132**	**− 79**	**+ 77**	**+ 178**	**+ 150**	**+ 107**	**− 50**
	Zahl der Tage . . .	325	906	1009	581	234	512	377	375
Swinemünde	beobachteter Wert .	− 105	− 93	+ 45	+ 121	+ 102	+ 38	− 6	− 76
	reduzierter Wert . .	**− 106**	**− 88**	**+ 30**	**+ 109**	**+ 113**	**+ 54**	**+ 4**	**− 65**
	Zahl der Tage . . .	387	861	702	521	344	444	325	525
Memel	beobachteter Wert .	− 23	+ 33	+ 124	+ 78	+ 18	− 56	− 82	− 114
	reduzierter Wert . .	**− 35**	**+ 19**	**+ 75**	**+ 61**	**+ 34**	**− 35**	**− 61**	**− 91**
	Zahl der Tage . . .	475	612	696	546	424	295	364	784

Die »reduzierten« Werte geben also die Abweichungen des Wasserstandes vom Mittel an (oder sollten dies theoretisch: denn praktisch sind die Korrektionen nicht sämtlich mit der hinreichenden Schärfe zu berechnen), wie sie sein würden, wenn die Winde sämtlich mit gleicher Stärke und gleichmäßig über das ganze Jahr verteilter Häufigkeit wehen würden. Der »reine« Windeinfluß ist dies aber auch noch nicht, denn man muß bedenken, daß längere Zeit anhaltende Winde eine Füllung bzw. Leerung des ganzen Ostseebeckens bewirken; es scheint mir aber zurzeit nicht möglich, diese allgemein sich geltend machenden Einflüsse völlig von den hier behandelten örtlichen, durch den Verlauf der Küste bedingten, zu trennen. Dies muß späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Auch den Einfluß der Beständigkeit der Winde habe ich untersucht, wobei aber die Winde etwas stärker, nämlich nach Quadranten, zusammengefaßt worden sind. In die einzelnen Perioden sind gelegentlich auch einzelne Tage mit schwacher, von der mittleren Windrichtung der Periode erheblich abweichender Windrichtung aufgenommen, da diese offenbar den ganzen Wasserstand der Periode nur unwesentlich beeinflussen können. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 5.

Tabelle 5.

Einfluß der Beständigkeit der Windrichtung auf den Wasserstand

(Abweichung des Wasserstandes vom Jahresmittel in mm).

Station	Quadrant	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	7. Tag	8. Tag	9. Tag	10. Tag
Travemünde	S—SW	− 88	− 131	− 130	− 118	− 127	− 133	− 104	− 188	− 97	− 52
	W—NW	− 70	− 52	− 11	− 2	− 16	+ 26	+ 36	+ 69	+ 76	+ 54
	N—NO	+ 165	+ 138	+ 109	+ 78	+ 74	+ 78	+ 40	+ 28	+ 52	+ 30
	O—SO	+ 107	+ 103	+ 61	+ 40	− 5	− 45	− 3	+ 32	+ 56	+ 63
Swinemünde	S—SW	− 82	− 95	− 103	− 92	− 102	− 78	− 54	− 52	− 92	− 73
	W—NW	+ 52	+ 77	+ 104	+ 156	+ 144	+ 153	+ 124	+ 218	+ 159	+ 93
	N—NO	+ 94	+ 52	+ 31	+ 9	− 4	− 14	− 38	− 30	+ 19	+ 29
	O—SO	− 20	− 33	− 42	− 93	− 136	− 152	− 130	− 145	− 167	− 199
Memel	S—SW	− 1	+ 11	+ 25	+ 72	+ 59	+ 33	+ 65	+ 45	+ 15	+ 39
		± 4	± 9	± 10	± 16	± 25	± 29	± 44	± 40	± 23	± 30
	W—NW	+ 54	+ 92	+ 120	+ 134	+ 159	+ 158	+ 186	+ 221	+ 136	+ 212
		± 10	± 11	± 17	± 14	± 23	± 29	± 76	± 86	± 104	± 147
	N—NO	+ 18	− 36	− 62	− 73	− 91	− 135	− 165	− 171	− 164	
		± 8	± 15	± 23	± 20	± 22	± 26	± 35	± 50	± 78	
	O—SO	− 36	− 78	− 110	− 129	− 141	− 185	− 186	− 208	− 220	− 235
		± 6	± 11	± 13	± 12	± 12	± 18	± 20	± 24	± 26	± 29

Auch hier zeigt wieder Travemünde die größten Unregelmäßigkeiten.

In Swinemünde nimmt bei den Seewinden aus W und NW der Wasserstand von Tag zu Tag zu, bei O und SO ab; bei S—SW bleibt der Wasserstand annähernd gleichmäßig, knapp 100 mm unter dem Mittel. Daß bei den doch auch in Richtung auf die Küste wehenden N- und NO-Winden der Wasserstand nur wenig über dem Mittel liegt und mit der Zeit sogar abnimmt, liegt offenbar an dem Verhalten des Wasserstandes der ganzen Ostsee bei dieser Windrichtung.

Am regelmäßigsten liegen die Verhältnisse in Memel. Bei Winden aus S bis SW steigt das Wasser langsam, bei den direkt auf die Küste zu wehenden aus W und NW schneller und stärker von Tag zu Tag; umgekehrt bei den beiden entgegengesetzten Quadranten, nur ist hier das Fallen des Wassers bei Winden aus N und NO auch schon ziemlich stark.

3. Schlußbemerkungen.

Da bei den Ausmessungen der Registrierungen die Tage astronomisch gezählt wurden, bei der Berechnung der meteorologischen Elemente aber der bürgerliche Tag zugrunde gelegt ist, sind die Wasserstände um $^1/_2$ Tag gegen die meteorologischen Daten verschoben, zu denen sie in Beziehung gebracht sind. Das scheint auch insofern nicht unberechtigt, als ja die Wirkung nicht sofort ihre volle Stärke erreichen kann, sondern erst sozusagen die »Anfangsbedingungen« überwunden sein müssen. Für Memel habe ich noch untersucht, wie eine Phasenverschiebung von $1^1/_2$ statt der benutzten von $^1/_2$ Tag die Ergebnisse beeinflussen würde; es ergab sich für die Mittelwerte nur eine geringfügige Änderung; jedenfalls kann die benutzte Phasenverschiebung von $^1/_2$ Tag danach als durchaus angemessen betrachtet werden.

Schließlich sei noch bemerkt, daß ich im vorstehenden absichtlich von einer Umrechnung der geschätzten Beaufortstärken in Meter pro Sekunde abgesehen habe, weil diese Reduktion, insbesondere wegen der individuellen Eigenart der Beobachter, ziemlich unsicher erscheint, selbst wenn am Beobachtungsort ein Anemograph vorhanden ist, auf den die Schätzungen des Beobachters bezogen werden können, da auch die Anemometerkonstanten nicht leicht zu ermitteln sind und im Laufe der Zeit oft nicht unbedeutende Änderungen erfahren. Nähere Angaben hierüber sowie über die Vergleichbarkeit der Schätzungen der Beobachter an den drei Stationen und die Störung der Homogenität der einzelnen Reihen durch die vorgekommenen Beobachterwechsel bleiben der ausführlichen Veröffentlichung vorbehalten.

Die unperiodischen Schwankungen des Luftdrucks und Regens im Tropengebiet des Atlantischen Ozeans.

Von Dr. Anton Hackenbroich.

(Fortsetzung.)

4. Die Senegalregion.

Die Beobachtungen an der afrikanischen Küste von Sierra Leone bis nach St. Louis lassen eine große Mannigfaltigkeit der Regenverteilung erkennen. Auf die außerordentlich hohen Regenhöhen der Sierra Leone-Küste, die spärlichen im nördlichen Senegambien, die hohen Schwankungen an der ganzen Küste wurde schon hingewiesen. Die Stationen schwanken in vielen Jahren im selben Sinne, in anderen zeigt sich eine Zweiteilung, die nördlichen schwanken anders als die südlichen. Das Ausmaß der Schwankungen — auch hier ist die Zweiteilung häufig zu verfolgen — ist bei den einzelnen Stationen recht verschieden. Kayes als Binnenlandstation deutet ein gleichförmiges Verhalten mit den Küstenstationen an. Die Regenmenge

ist dort größer als an der Küste. Die Kap Verde-Inseln verhalten sich bald wie nördliche, bald wie südlich gelegene Stationen. 1895 fallen starke Niederschläge in Bathurst, nördlich werden sie geringer, 1898 weist St. Louis starke Regen auf, 1899 Dakar, 1900 Sierra Leone. 1901 sind die Regen bei Dakar geringer als auf nördlich gelegenen Stationen. 1905 und 1906 fallen starke Regen, 1907 äußerst geringe Mengen.

Abweichungen der jährlichen Regenmengen vom Mittel.

	St. Louis	Dakar	Bathurst	Conakry	Kayes	Sierra Leone	St. Vincent	Praia		St. Louis	Dakar	Bathurst	Conakry	Kayes	Sierra Leone	St. Vincent	Praia
Jahres-mittel	360	523	1237	4091	694	4411	170	282	Jahres-mittel	360	523	1237	4091	694	4411	170	282
1875	.	.	.	.	.	-1309	.	.	1892	+ 25	.	.	.	.	.	.	.
1876	.	.	.	.	.	- 18	.	.	1893	-193	.	.	.	.	.	.	.
1877	.	.	.	.	.	+ 208	.	.	1894	+ 3		.	.	.	.	+ 14	.
1878	.	.	.	.	.	+ 744	.	.	1895	-112		.	.	.	.	- 5	.
1879	.	.	.	.	.	.	.	.	1896	-191	.	.	.	- 29	.	+136	.
1880	.	.	.	.	.	+ 137	.	.	1897	- 40	-350**	.	.	- 81*	.	+ 67	.
1881	.	.	.	.	.	+ 821	.	.	1898	+118	-185		.	-331	.	+ 29	.
1882	.	.	.	.	.	.	.	.	1899	- 45	- 30	.	.	-267*	-688	- 76	.
1883	.	.	+995	.	.	+ 786	.		1900	.	- 18	.	.	.	+ 45	+128	.
1884	.	.	-235	.	.	- 714	+ 19	.	1901	+ 75	- 82	.	.	.	.	+ 57	.
1885	.	.	.	.	.	- 134	- 56	.	1902	- 59	- 55	.	.	-167	.	-150	.
1886	.	.	.	.	.	+ 448	+166	- 76	1903	-136	-111	.	.	+ 27	.	- 62	.
1887	.	.	.	.	.		+299	+116	1904	.	+ 26	.	.	- 65	.	- 73	- 37
1888	.	.	.	.	.	.	.	.	1905	+ 78	+ 24	.	+ 5	+379	.	-120	-105
1889	.	.	.	.	.	.	- 80	-132	1906	+235	+427	.	+504	+433	.	.	.
1890	.	.	.	.	.	.	- 22	+228	1907	122	73	.	-741*	- 48	.	.	.
1891	.	.	.	.	.	.	.	.	1908	-157	+ 79	.	-586	- 36	.	.	.

5. Die marokkanische Region.

Abweichungen der jährlichen Regenmengen vom Mittel.

	Las Palmas	Teneriffa	Mogador	P. Delgada		Las Palmas	Teneriffa	Mogador	P. Delgada
Jahres-mittel	228	325	344	843	Jahres-mittel	228	325	344	843
1865/66	.	.	.	— 132	1889	.	.	.	+ 6
1867	.	.	.	+ 106	1890	.	.	.	— 394
1868	.	.	.	— 265	1891	+ 102	.	.	— 176
1869	.	.	.	— 80	1892	+ 57	.	.	— 35
1870	.	.	.	+ 109	1893	+ 5**	.	.	+ 197
1871	.	.	.	— 131	1894	.	.	.	— 53
1872	.	.	.	+ 211	1895	.	.	+ 178	+ 22
1873	.	.	.	+ 92	1896	.	.	— 69	+ 176
1874	.	.	.	— 55	1897	.	+ 46	+ 193	— 256
1875	.	.	.	+ 139	1898	— 36	— 115	+ 144	— 215
1876	.	.	.	+ 309	1899	— 66	+ 57	— 13	— 96
1877	.	.	.	+ 485	1900	+ 16**	+ 157	+ 5	+ 28
1878	.	.	.	+ 57	1901	— 58	+ 32	— 66	— 114
1879	.	.	.	— 75	1902	— 14	— 57	— 82	+ 12
1880	.	.	.	+ 318	1903	— 15	— 83	.	— 54
1881	.	.	.	+ 497	1904	— 5	— 69	+ 1	+ 240
1882	.	.	.	— 137	1905	— 3	+ 24	— 171	+ 50
1883	.	.	.	+ 40	1906	— 57	— 130	+ 47	— 168
1884	.	.	.	— 15	1907	+ 12**	— 25	+ 41	— 201
1885	.	.	.	— 91	1908	+ 55	+ 70	— 39	— 384
1886	.	.	.	— 47	1909	.	.	+ 5	— 90
1887	.	.	.	+ 262	1910	.	.	— 174	— 368
1888	.	.	.	+ 410	1911	.	.	.	— 228

Nehmen die Niederschläge der Senegalregion nach Norden ab, so zeigen Kanaren, Azoren und die Marokko-Küste zunehmende Regen. Die Azoren zeigen in vielen Jahren in ihren Regenhöhen ein Zusammengehen mit den Kanaren, in anderen mit Mogador. Letztere Station schwankt in manchen Jahren in anderer Weise als Palmas und Teneriffa. 1902/03 zeigt P. Delgada geringe Regen, Angra da Heroismo registriert das Maximum der Jahresmenge in den Beobachtungsjahren. Auch sonst zeigt sich ein häufiges Divergieren beider Kurven. 1898/99 haben Mogador und Palmas geringe Regen, Teneriffa stärkere. Die Abweichung 1901/02 von Palmas ist unbedeutend und vielleicht nicht vorhanden, da die Beobachtungen zweier Monate fraglich sind. 1904/05 zeigt Mogador ein ausgeprägtes Minimum, die Kanaren, Teneriffa und Azoren ausgeprägte Maxima, 1905/06 haben die Kanaren und Azoren Minima, Mogador ein schwaches Maximum. 1907/08 haben Kanaren ein Maximum, Azoren und Mogador Minima des Regenfalls. Die Abweichungen der Stationen untereinander sind ziemlich häufig.

6. Die amerikanischen Stationen.

Die Beobachtungen an der amerikanischen Küste erforderten für den Vergleich eine andere Festsetzung des Regenjahres, da die Regenzeit an den verschiedenen Stationen eine verschiedene ist. Für Bahia wurden die Regensummen von September bis August berechnet, für Recife und Para von November bis Oktober, für Cayenne, Paramaribo, Georgetown von Oktober bis September und für die Antillenstationen von März bis Februar. Für alle Stationen wurde auch die Regensumme des Kalenderjahres gebildet, da für einige Stationen nur die Jahreswerte bekannt waren, und ein Vergleich der wenig verschiedenen Werte, Summe des Regenjahres und des Kalenderjahres, die Verschiebungen darlegt, die durch die andere Festsetzung bedingt werden.

Aus den Werten läßt sich folgern, daß in manchen Jahren die Regen der amerikanischen Küste von Bahia bis Guayana und den Antillen in gleicher Weise schwankten, und zwar so, daß etwa das Regenjahr Oktober bis September 1884/85 mit dem von März bis Februar 1885/86 zusammengeht, in anderen Jahren ein Teil der Küste recht große Regen, ein anderer Teil geringe Regen erhält.

Dies Zusammengehen ist aber nur in großen Zügen zu verstehen. Abweichungen kommen vor. In gewissem Sinne ist jede Station ein Schwankungstypus für sich. Für die Abweichungen sind verschiedene, ohne weitere Erklärung verständliche Gründe vorhanden: 1. die verschiedene Lage der Stationen, die zum Teil auch wohl die exorbitanten großen Schwankungen erklärt, der verschiedene Küstenverlauf; ferner für die Antillen das Auftreten von Zyklonen, die zu starken Regengüssen Veranlassung geben. Durch einen solchen Orkan erklärt sich z. B. das anormale Verhalten St. Christophers[1]). Ferner liegen letztere Stationen in Lee der Passate; die ungleiche Höhe, Streichrichtung der Gebirge sowie die Stationshöhe erklären auch manche Abweichungen.

Im einzelnen lassen sich mehrere Unterregionen unterscheiden: 1. Bahia, 2. Recife bis Para, 3. Guayana, 4. Antillen, wobei die beiden ersten und die beiden letzten wieder enger untereinander in Beziehung stehen. Die älteren Beobachtungen von Porto de Recife habe ich als zweifelhaft nicht benutzt. Die letzten Beobachtungen von Cayenne sind sehr hoch. Von den Stationen Trinidad und Puerto Rico liegen mir nur die Jahressummen vor. Das gleichmäßige Zusammengehen der Stationen

---

[1]) Regenbeobachtungen auf den Inseln Dominica und St. Kitts (St. Christopher). Meteorol. Zeitschr. 1886, S. 462: „Rücksichtlich der jährlichen Periode zeigen die Tabellen große Regelmäßigkeit, obwohl einzelne unperiodische Erscheinungen selbst bei einer Reihe von 31 Jahren sich noch sehr fühlbar machen, wie z. B. der im Januar 1880 auf St. Kitts aufgetretene Wolkenbruch, der die Stadt Basseterre förmlich überschwemmte. Der Wasserstrom, welcher sich zwischen den auf einer sanft ansteigenden Berglehne meist ohne irgendwelche Grundmauern aufgebauten Häusern der Eingeborenen von den östlich der Stadt liegenden Höhenzügen herabstürzte, riß einen großen Teil der Häuser mit sich, wobei innerhalb 2 Stunden 280 Menschen zugrunde gingen. Die während dieser kurzen Zeit niedergegangene Regenmasse ist mir nicht bekannt, dürfte jedoch, nach den Monatssummen zu schließen, gegen 800 mm betragen haben, mithin 400 mm pro Stunde. Ein kolossales Quantum."

der amerikanischen Küste geht auch aus Berichten für die Jahre 1877 und 1885 für Nordbrasilien, Guayana und die Antillen hervor[1]) [2]).

Abweichungen der jährlichen Regenmengen vom Mittel.

	Bahia	Recife	Para	Cayenne	Paramaribo	Georgetown	Barbados	New-Town	St Christ.
	Sept.—Aug.	Nov.—Okt.	Nov.—Okt.	Okt.—Sept.	Okt.—Sept.	Okt.—Sept.	März—Febr.	März—Febr.	März—Febr.
Jahresmittel	2171	1929	2204	3561	2270	2121	1248	1901	1292
1864/65	.	.	.	.	+ 194	+ 283	+ 172	+ 728	+ 87
1865/66	.	.	.	.	— 48	+ 386	+ 243	— 416	— 153
1866/67	.	.	.	.	— 351	— 418	— 240	+ 167	— 41
1867/68	.	.	.	.	— 410	— 829	.	— 135	— 345
1868/69	.	.	.	.	— 657	— 689	.	— 282	— 126
1869/70	.	.	.	.	+ 254	+ 404	— 135	+ 69	+ 284
1870/71	.	.	.	.	+ 446	— 50	— 397	+ 6	— 20
1871/72	.	.	.	.	+ 450	— 514	+ 9	+ 146	— 20
1872/73	.	.	.	.	— 387	— 605	— 218	— 206	— 229
1873/74	.	.	.	.	+ 912	+ 173	+ 154	— 114	— 291
1874/75	.	.	.	.	+ 36	— 83	— 15	— 118	— 314
1875/76	.	.	.	.	+ 537	+ 157	.	— 255	+ 98
1876/77	.	.	.	.	+ 101	— 420	.	— 329	+ 258
1877/78	.	.	.	.	+ 13	— 478	+ 291	— 305	+ 217
1878/79	.	.	.	.	+ 135	+ 187	+ 448	+ 295	+ 1199
1879/80	.	.	.	.	+ 339	+ 580	.	+ 371	— 339
1880/81	— 145	.	.	.	— 420	— 435	.	+ 401	+ 157
1881/82	+ 283	.	.	.	+ 312	+ 305	.	— 180	— 236
1882/83	+ 362	.	.	.	— 339	— 157	.	+ 551	+ 70
1883/84	+ 108	.	.	.	— 137	— 329	.	— 387	— 233
1884/85	— 573	.	.	.	— 655	.	.	.	.
1885/86	— 629	.	.	.	— 379	.	.	.	.
1886/87	+ 367	.	.	.	+ 726	.	.	.	.
1887/88	+ 162	.	.	.	— 295	.	.	.	.
1888/89	— 151	.	.	.	— 132	.	.	.	.
1889/90	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1890/91	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1891/92	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1892/93	.	.	.	.	Jan.-Dez.	.	.	.	.
1893/94	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1894/95	.	.	.	— 498	.	.	.	.	.
1895/96	.	.	.	— 517	— 251	.	.	.	.
1896/97	.	+ 503	+ 688	— 481	— 5	.	.	.	.
1897/98	.	— 359	+ 131	+ 876	.	.	.	.	.
1898/99	.	+ 1098	+ 787	— 1716	— 1025	.	.	.	.
1899/1900	.	— 249	— 24	— 1266	+ 127	.	.	.	.
1900/01	.	+ 141	+ 594	— 1121	+ 16	.	.	.	.
1901/02	.	+ 151	— 84	— 344	+ 824	.	.	.	.
1902/03	.	+ 34	— 211	— 1050	+ 711	.	.	.	.
1903/04	.	.	.	+ 1554	+ 439	.	.	.	.
1904/05	.	.	.	+ 794	.	.	.	.	.
1905/06	.	.	.	+ 2484	.	.	.	.	.
1906/07	.	.	.	+ 3087	.	.	.	.	.
1907/08	.	.	.	+ 193	.	.	.	.	.

[1]) Dürre in Guayana. Met. Zeitschr. 1886, S. 37: „Eine Trockenzeit, wie sie seit Menschengedenken nicht vorgekommen ist, hat im Jahre 1884/85 in Guayana geherrscht, besonders intensiv in Französisch Guayana, aber auch in den holländischen und englischen Teilen dieses Landes, sowie auf fast allen Antilleninseln sehr stark bemerkbar. Während gewöhnlich die Trockenheit nur 3—4 Monate dauert (von August—Oktober—November), hielt dieselbe im Jahre 1885 bis zum Juli an, so daß nicht viel gefehlt hätte, daß die Trockenheit beider Jahre ineinander verschmolzen wäre . . . . Ähnliche, wenn auch nicht so lang andauernde Dürren wurden in Guayana 1858 beobachtet, wo die Regen erst im April anfingen, 1878 und 1883, wo dieselben sich bis zum Februar verspäteten.“

[2]) Die Verteilung der Regenmengen in Brasilien. Met. Zeitschr. 1886, S. 381: „. . . . Fallen nun einmal in den vorliegenden Litoralzonen aus noch unbekannten Ursachen geringere Regenmengen als gewöhnlich, wie im vergangenen Jahre 1885, so kann es doch kaum wundernehmen, daß dann auch für das Innere der Provinz . . . . nur äußerst unbedeutende, wässerige Niederschläge übrig bleiben. Das war auch im vergangenen Jahre der Fall. Zum Glück hat der Regen nicht so viele Monate lang gefehlt, wie in den Jahren 1877/79, und die gefürchtete Hungersnot ist nicht eingetreten.“

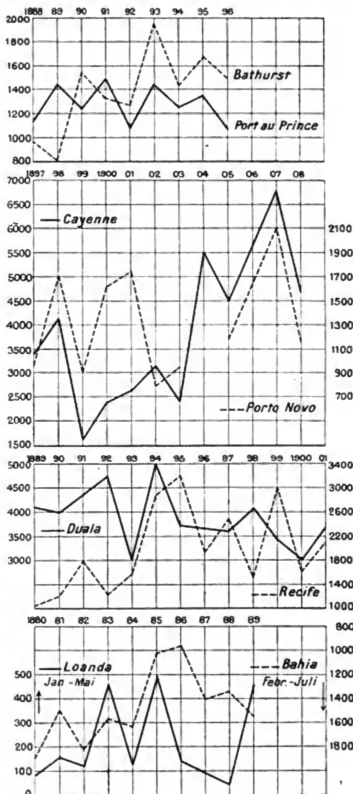
Da der Regenfall an den Stationen zwischen weit auseinanderliegenden Grenzen schwankt, wollen Abweichungen von 300 bis 700 mm nicht viel besagen. Immerhin sind die Schwankungen in einigen extremen Fällen entgegengesetzt, so 1899, wo der südliche Teil bis Para reichliche Regen erhielt, der nördliche Teil von Guayana an äußerst spärliche.

Die Bermudagruppe läßt in ihren Schwankungen wenig Übereinstimmung mit den anderen Stationen der atlantischen Küste Amerikas erkennen; die Maximalsumme der Jahresregenmengen sind in den Jahren 1872, 1874, 1878, 1895, 1902, 1909 herniedergegangen. Minimaler Regenfall ist notiert in den Jahren 1866, 1873, 1884, 1898, 1907.

D. Vergleich der Schwankungen verschiedener Regionen untereinander.

Die Frage, ob die verschiedenen Regionen gleichmäßig oder entgegengesetzt in ihren Regensummen schwanken, läßt sich dahin entscheiden, daß eine für alle Jahre bestehende Kongruenz für denselben Erdteil nicht zu erkennen ist. Dagegen lassen die afrikanischen und amerikanischen Stationen in zonaler Anordnung Übereinstimmungen erkennen, die nicht ohne Ursache sein dürften; beachtenswert ist dabei, daß kleine Unterschiede in den Eintrittszeiten der Regenfälle noch hinzukommen und die Frage nach der Ursache noch verwickelter gestalten. Wie Figur 5 zeigt, haben Loanda, St. Thome entgegengesetzten Gang wie Bahia. Verglichen wurden die Hauptregenzeiten, Loanda Januar bis Mai, Bahia Februar—Juli. Der Unterschied der Stationen, Bahia mit ständigem Regen, Loanda mit ausgesprochenen Trockenzeiten, muß dabei manche Spuren verwischen. Verschiedene Jahrgänge von Duala stimmen mit Recife überein, andere nicht. Gut ist die Übereinstimmung zwischen den Frühjahrsregen Porto Novo, Sebe einerseits und Cayenne anderseits, wobei noch die großen Regen 1906 und 1907 in Cayenne wahrscheinlich werden. Endlich zeigen auch die Stationen der Senegalregion Bathurst eine Reihe von übereinstimmenden Schwankungen mit den nördlichen Antillenstationen, Port au Prince.

Fig. 5.



Nachdem der Verlauf der Schwankungen der Regenzeiten an Hand der Kurven und Abweichungen festgelegt ist, wird die weitere Aufgabe sein, klarzustellen, welche Monate durch geringe oder starke Niederschläge die Abweichungen zustande brachten. Die Aufgabe ist eine viel individuellere; neue Komplikationen

treten auf durch ungleiche Monatslänge, durch Verschiebung der Regengüsse um mehrere Tage.

Der Anteil der Monatssummen am Summenwert des Regenjahres wird am deutlichsten in Prozentdarstellung. Es zeigt sich aber, daß die Prozentzahlen innerhalb enger Grenzen schwanken, so daß ein ungefähr konstantes Verhältnis für manche Monate vorhanden zu sein scheint. Deshalb sind diese Zahlen für den vorliegenden Zweck ungeeignet. Die + und — Abweichungen vom Monatsmittel geben ein vollständiges Bild der Eigenart des Regenjahres.

Addiert man die Abweichungen gleichnamiger Monate ohne Rücksicht auf das Vorzeichen und dividiert durch die Anzahl der beobachteten Monate, so gibt diese Zahl den durchschnittlichen Betrag aller Abweichungen. Das prozentuale Verhältnis der mittleren $\pm$ Abweichung zum Jahresmittel gibt ein Bild für den effektiven Beitrag des Monats zur unperiodischen Schwankung der Jahressummen.

Sollen mehrere Stationen miteinander verglichen werden, so müssen gleiche Beobachtungsjahre den zu berechnenden Werten zugrunde gelegt werden. Es sind deshalb für jede Schwankungsregion von gleichen Beobachtungsjahren die Mittel und hiervon die Abweichungen berechnet worden.

Das Verhältnis der mittleren monatlichen Abweichung zum mittleren jährlichen Regenfall in Promille.

Station	Jahrgang	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Jahres-mittel
Loanda	1879—1884	0	2	7	15	19.5	107.6	102.5	97.4	41	82	38.4	0	195
«	1896—1908	0	0	7.8	13.3	52	29	68.4	88	13.6	23.4	61.9	0	307
Libreville	1896—1908	1.2	5.6	21	27	27	37	26	31	40	35	63	31	2465
St. Thome	1879—1884	0	1.2	32	30	38	65	34	35	60	40	70	0	946
Dipikar	1905—1909	6.2	27.8	39.8	35.7	35.7	15.3	15.7	29.4	15.3	27.8	51.4	40.2	2410
		Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	
Duala	1895—1899	5	8.3	12	7	11	18	12	80	14	12	23	10	3715
Debundscha	1895—1899	10	14	9	10	30	32	19	37	31	18	21	12	8843
«	1905—1909	13	6.3	17	16	9	40	21	40	37	28	16	19	9877
Lome	1900—1911	25.2	28	35.1	42	70.1	116.4	46.3	16.8	42	50.5	22.4	25.2	713
Kpeme	1902—1908	21.8	11.5	26.5	70.8	103.4	124.6	55 2	3.3	50.9	53.8	49.6	4.8	706
Porto Novo	1900—1908	7	19.4	22.5	35.1	63.2	56.8	97.5	11.2	78.5	38.6	25.9	16.1	1425
Tafie	1902—1908	29.6	21	28.8	40.6	64.8	48.4	42.1	21.1	38.2	8.6	32	21	1281
Misahöhe	1902—1908	4.8	27.2	19	30	39.4	50.3	73.4	60.5	74.2	12.2	17.7	11.6	1470
Sokode	1902—1911	1.6	5	25	26	35	24	59	60	55	40	65	6.1	1332
Conakry	1905—1908	0.1	0	0	5	10	33	85	55	42	38	5	4.4	4092
St. Louis	1905—1908	3.5	0.6	10	0	0	44	140	190	60	130	4.4	64	368
		Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	
St. Croix, Teneriffa	1897—1907	3	1.3	9.5	54	133	228.6	101.6	95.2	21.3	60.3	11.1	5.4	315
Las Palmas	1897—1907	3.5	9.9	20	91	133.6	148.5	123.8	84.2	54.5	84.2	25.7	3.9	202
Mogador	1897—1907	0	0	10.4	86.3	98.2	101.2	128	98.2	80.3	29.4	11.9	11.6	336
P. Delgada	1897—1907	12.1	24.2	36.3	48.4	57.9	33.6	33.6	61.9	24.2	24.2	43.1	18.7	743
		Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	
Bahia	1880—1885	22	13	37	49	60	40	37	12	15	18	43	23	2171
Pernambuco	1896—1903	20.5	31.2	46.6	48.4	56.9	51.3	41	37.3	18.6	11.2	7	9.8	2144
Para	1896—1903	24.4	24	29.7	30.1	23.2	12.2	16.3	21.6	15.4	13	16.7	33	2454
Cayenne	1899—1904	44	26	113.1	51.7	76.3	48.9	25.3	9.8	4.4	9.8	9.8	32.7	2962
Paramaribo	1875—1884	53.8	33	40.1	33	24.7	24.2	27.7	30.4	11	18	23.8	44.1	2267
Georgetown	1875—1884	35.1	36.6	48.5	24.3	43.5	17.3	32.7	22.3	24.3	19.3	39.6	59.9	2019

In den Monaten der kleinen bzw. der relativ kleinen Trockenzeit liegen die größten Schwankungszahlen, durchschnittlich 10 % des mittleren Jahreswertes. Die großen Trockenzeiten kommen weniger für den Jahreswert in Frage. Sonst haben die eigentlichen Regenmonate an allen Stationen die höchsten Schwankungsbeträge, sie sind besonders extrem an den Stationen der Senegal- und marokkanischen Region.

Die Abweichungen, ausgedrückt in Prozenten des Monatsmittels, würden ein anderes Bild ergeben. Hier sind die trockenen Monate durch hohe Schwankungszahlen, die sogar unendlich werden, die hervortretendsten. Dem absoluten Betrage nach sind aber die Regensummen dieser Monate, durch ihren geringen Beitrag zum Jahreswert, durch den geringen Wert für die Kulturen der Tropen, von untergeordneter Bedeutung. Inwieweit die frühen Regen auf die Regenhöhen späterer Monate hindeuten, mag die folgende Erörterung der absoluten Abweichungen vom Monatsmittel der einzelnen Monate ergeben. Im übrigen ergeben sich aus den ‰-Zahlen noch manche Einzelheiten, die schon aus den Monatsmitteln abgelesen werden konnten, so die Bedeutung des ersten Halbjahres für die Küste der Guinearegion, die des zweiten Halbjahres für das Hinterland dieser Region.

Von der Wiedergabe der monatlichen Abweichungen der Regen vom Monatsmittel wurde abgesehen. Nur die mittlere ± Abweichung des Monatsmittels der Regen für die verwandten Jahre wurde angegeben. Zum Vergleich wurde die größte und kleinste Abweichung für jeden Monat angegeben.

Abweichungen der Regenmengen vom Monatsmittel in Millimetern.

	Beobachtungszeit	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
							Loanda.						
Max. + Abweich.	1879 bis 1884	0	0.7	3.2	6.5	47.2	51.7	45	37.4	178	203.8	31	0
Max. — Abweich.	1886 bis 1887	0	0.6	1.6	4.6	48.6	22	17	18.8	9.4	27.4	5	0
Mittl. ± Abweich.	1879 bis 1884	0	0.4	1.4	2.9	3.8	21	20	19	8	16	7.5	0
Monatsmittel	1886 bis 1887	0	0.6	1.6	4.6	48.6	26	17	22	9.4	60	5	0
Max. + Abweich.	1896	1.7	1	5.5	14.1	38.6	14.6	87.8	71.9	99.5	305.2	121.7	0.2
Max. — Abweich.	bis 1908	0.1	0.1	2.5	5.4	25	13	16	27	57.8	113.8	14	0
Mittl. ± Abweich.	1896	0	0	2.4	4.1	16	9	21	27	42	73	19	0
Monatsmittel	bis 1908	0.1	0.1	2.5	5.4	25	13	16	27	60	144	14	0
							St. Thome.						
Max. + Abweich.	1879 bis 1884	0	3	39.9	30.9	75.8	157.1	37.9	46.6	104.1	84.3	167.7	0.2
Max. — Abweich.	1886 bis 1887	0	1	29.7	69.5	57.5	63.8	55	35.3	83.9	58.9	62.4	0
Mittl. ± Abweich.	1879	0	1.2	30	28	36	63	32	33	57	38	67	0
Monatsmittel	bis 1884	0	1	29.7	127	136	96	66	106	134	169	81	0
							Libreville.						
Max. + Abweich.	1896	14.6	57.5	218.8	189.9	161.6	178.3	137.1	188.7	260	227.6	308.4	33.3
Max. — Abweich.	bis 1908	2.4	18	81	164.4	142.7	180.4	153	109.8	185.4	151.9	200.2	7
Mittl. ± Abweich.	1896	2.9	14.0	51.9	68	67	92	65	76	95	89	132	77
Monatsmittel	bis 1908	2.4	18.5	89.5	349	352	254	267	228	355	331	212	7

	Beobachtungszeit	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
							Dipikar.						
Max. + Abweich.	1905	55.3	146	42	134	310	229	45	173	175	140	161	34
Max. — Abweich.	bis 1909	69	74	66	87	169	71	15	75	123	154	83	89
Mittl. ± Abweich.	1905	38	70	37	67	124	97	15	69	96	86	86	37
Monatsmittel	bis 1909	78	127	242	300	268	83	15	86	334	485	320	92
							Duala.						
Max. + Abweich.	1895	30	60	129	38	81	115	68	388	64	113	128	38
Max. — Abweich.	bis 1899	16	42	38	17	61	83	93	417	123	77	116	47
Mittl. ± Abweich.	1895	17	31	54	26	40	67	44	290	50	44	87	36
Monatsmittel	bis 1899	16	66	220	177	282	382	530	980	468	378	144	72

	Beobachtungs-zeit	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Max. + Abweich.	1905	51	57	67	106	154	218	271	110	163	137	334	108
Max. — Abweich.	bis 1909	51	94	93	125	85	167	367	143	76	145	164	60
Mittl. ± Abweich.	1905	48	46	51	61	63	120	187	112	75	99	114	43
Monatsmittel	bis 1909	56	130	188	242	250	503	768	662	539	404	280	60
						Debundscha.							
Max. + Abweich.	1895	138	180	176	224	425	269	417	591	552	339	310	125
Max. — Abweich.	bis 1899	87	30	94	141	243	742	164	380	126	191	327	142
Mittl. ± Abweich.	1895	85	119	78	87	257	284	167	321	287	161	186	96
Monatsmittel	bis 1899	215	214	323	358	687	1375	1233	1286	1328	1007	590	227
Max. + Abweich.	1905	145	108	106	113	112	236	349	314	1057	207	189	171
Max. — Abweich.	bis 1909	102	98	134	117	248	320	256	430	709	362	108	135
Mittl. ± Abweich.	1905	69	73	69	112	99	191	221	306	538	160	74	85
Monatsmittel	bis 1909	157	350	368	464	625	1369	1504	998	992	1276	425	177
						Lome.							
Max. + Abweich.	1900	63.6	73	93.3	57.8	155.9	202	139	51	104.3	62.4	51.1	70.1
Max. — Abweich.	bis 1911	17.3	22.7	29.8	51.7	84.6	170	43.3	10	38	55.9	26	12.5
Mittl. ± Abweich.	1900	18	20	25	30	50	83	33	12	30	36	16	18
Monatsmittel	bis 1911	17.3	24	35	106	136	204	47	10	38	57	26	12.5
						Kpeme.							
Max. + Abweich.	1902	44.2	23	31	153.2	267.1	310	88.5	7	122.3	85.5	54.5	5.4
Max. — Abweich.	bis 1908	21	9.6	22.4	53.8	125	123.2	47.6	3.3	28.6	51.6	35	3
Mittl. ± Abweich.	1902	15.4	8.1	18.7	50	73	88	39	2.3	36	38	35	3.4
Monatsmittel	bis 1908	21	9.6	31	101	158	207	53	3.3	30	55	35	3
						Porto Novo.							
Max. + Abweich.	1900	22.5	104.4	47.7	127.7	239.7	255.9	308	62.7	284.9	85.8	82.6	61.5
Max. — Abweich.	bis 1908	13	30	55.6	125.6	149.2	131	222	15	116.9	133.5	52	25
Mittl. ± Abweich.	1900	10	28	32	50	90	81	139	16	112	54	37	23
Monatsmittel	bis 1908	13	30	66	159	199	317	252	15	121	176	52	25
						Grand Bassam.							
Max. + Abweich.	1905	31	29.7	113.5	132.7	186.5	341.3	538.1	0.2	48	151	118.2	46
Max. — Abweich.	bis 1908	18.5	29.8	58.8	114.3	148.5	344.3	213.4	13	31.9	69	112.9	58.5
Mittl. ± Abweich.	1905	26	26	57	88	118	339	269	0.3	29	75	105	42
Monatsmittel	bis 1908	42	39	96	192	409	719	248	13	47	164	311	83
						Tafie.							
Max. + Abweich.	1902	53	51	73	132	214	82	102	85	132	24	74	44
Max. — Abweich.	bis 1908	30	29	59	99	103	105	84	47	81	25	64	37
Mittl. ± Abweich.	1902	38	27	37	52	83	62	54	27	49	11	41	27
Monatsmittel	bis 1908	30	29	88	110	193	190	125	66	102	146	82	40
						Misahöhe.							
Max. + Abweich.	1902	9	113	45	105	155	147	298	279	195	19	52	27
Max. — Abweich.	bis 1908	11	37	54	69	70	135	134	98	129	34	34	38
Mittl. ± Abweich.	1902	7	40	28	44	58	74	108	89	109	18	26	17
Monatsmittel	bis 1908	11	37	87	127	152	252	217	105	211	152	69	50
						Sokode.							
Max. + Abweich.	1902	7.5	24	68	66	70	54	130	195	173	117	26	20
Max. — Abweich.	bis 1911	1.5	5	53	71	80	72	150	196	35	97	14	7
Mittl. ± Abweich.	1902	2.4	7.3	35	37	47	31	70	82	63	59	9.2	8.5
Monatsmittel	bis 1911	1.5	5	60	100	166	143	210	266	221	139	14	7
						Conakry.							
Max. + Abweich.	1905	1.5	0.4	0	45.6	84.2	260.2	259.2	437.9	192.6	313.8	30.8	35.6
Max. — Abweich.	bis 1908	0.5	0.1	0	22.5	63.1	115.7	373.9	233.4	253.5	170	48.9	18
Mittl. ± Abweich.	1905	0.6	0.2	0	22.9	41.6	135	227	220	171	157	20	18
Monatsmittel	bis 1908	0.5	0.1	0	27.3	126	558	1191	976	720	378	97	18

	Beobachtungszeit	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Bathurst.													
Max. + Abweich.	1892	0.4	0	0	7.7	36.9	53	133	291	49	80	38	8
Max. — Abweich.	bis 1896	0.1	0	0	2.5	18	60	85	200	160	73	15	2
Mittl. ± Abweich.	1892	0	0	0	2.9	21	26	64	172	64	42	16	3
Monatsmittel	bis 1896	0.1	0	0	2.5	18	82	390	639	281	106	15	2
Dakar.													
Max. + Abweich.	1905	2.6	9.7	4.4	0	1.2	8.7	83.4	183	34.2	83.4	1	67.9
Max. — Abweich.	bis 1908	0.9	3.3	1.5	0	0.3	9	70.8	176.9	48.7	56.3	0.5	31
Mittl. ± Abweich.	1905	1.3	4.3	2.1	0	0.5	8.3	51	132	24	44	0.6	34
Monatsmittel	bis 1908	0.9	3.3	1.5	0	0.3	9	113	286	110	83	0.5	31
St. Louis.													
Max. + Abweich.	1892	5.6	1.8	0.8	0	14.5	68.6	44.5	123.9	60.9	72.5	11.4	0
Max. — Abweich.	bis 1896	3.7	0.4	0.2	0	3.9	26	46	114	70.4	35	3.5	0
Mittl. ± Abweich.	1892	4.4	0.7	1.3	0	7.2	30	25	67	46	38	46	0
Monatsmittel	bis 1896	3.7	0.4	0.2	0	3.9	26	51	140	80	35	3.5	0
Max. + Abweich.	1905	2	0.6	6.6	0	0	2.7	90.3	104.2	34.6	93.3	3	45.8
Max. — Abweich.	bis 1908	1.4	0.2	3.6	0	0	2.3	59.2	78.1	46.2	36.7	1.5	21
Mittl. ± Abweich.	1905	1.2	0.3	3.3	0	0	1.5	48	68	23	47	1.5	22
Monatsmittel	bis 1908	1.4	0.2	3.7	0	0	2.3	71	146	79	42	1.5	21

	Beobachtungszeit	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Las Palmas.													
Max. + Abweich.	1897	2.1	4.7	11.4	52.6	94.3	93.0	82.5	44.7	21.4	54.3	22.8	2.2
Max. — Abweich.	bis 1907	1.1	1.8	4.8	21.3	37.5	33.5	32	19.7	12.8	15.3	4	0.5
Mittl. ± Abweich.	1897	0.7	2.0	4.0	18.4	27	30	25	17	11	17	5.2	0.8
Monatsmittel	bis 1907	0.8	1.8	4.8	21.4	45	39	32	20	17	17	4	0.5
Teneriffa.													
Max. + Abweich.	1897	2.9	1.7	7.3	37.5	80.7	228.7	81.2	60.2	18.9	83.2	11.5	7.1
Max. — Abweich.	bis 1907	0.6	0.3	2.5	31	44.4	87.6	44.4	43	9.2	22.3	3.1	1.1
Mittl. ± Abweich.	1897	0.9	0.4	3	17	42	72	32	30	6.7	19	3.5	1.7
Monatsmittel	bis 1907	0.6	0.3	2.5	31	60	88	45	43	18	23	3.3	1.1
Mogador.													
Max. + Abweich.	1897	0	0	10.4	68.8	83.3	84.3	59.7	38.8	57	29.7	15.7	12
Max. — Abweich.	bis 1907	0	0	3.2	38.7	53.5	53	56	40	49.7	12.5	12	3.2
Mittl. ± Abweich.	1897	0	0	3.5	29	33	34	43	33	27	10	4	3.9
Monatsmittel	bis 1907	0	0	3.2	43	63	53	56	40	50	12.5	12	3.2
P. Delgada.													
Max. + Abweich.	1897	16	65	87	80	79	63	56	96	43	43	42	24
Max. — Abweich.	bis 1907	16	27	36	57	66	38	53	68	33	27	51	23
Mittl. ± Abweich.	1897	9	18	27	36	43	25	25	46	18	18	32	14
Monatsmittel	bis 1907	25	34	47	91	93	89	67	96	57	36	68	40

	Beobachtungszeit	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Pernambuco.													
Max. + Abweich.	1896	87	163	394	266	166	282	173	142	109	38	37	38
Max. — Abweich.	bis 1903	33	104	151	126	159	86	159	130	54	40	21	25
Mittl. ± Abweich.	1896	44	68	100	104	122	111	88	80	40	24	15	20
Monatsmittel	bis 1903	45	141	199	240	381	284	316	263	98	68	29	50
Para.													
Max. + Abweich.	1896	89	107	114	159	148	65	79	117	94	57	102	132
Max. — Abweich.	bis 1903	83	121	104	150	101	69	54	88	53	62	48	91
Mittl. ± Abweich.	1896	60	59	73	74	57	30	39	53	38	31	41	81
Monatsmittel	bis 1903	325	353	369	322	256	162	152	128	103	76	54	154

	Beobachtungs-zeit	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Cayenne.							
Max. + Abweich.	1899	237,9	214.4	660.5	594.5	566.6	122.6	225.3	67	22	72	33.2	191.7
Max. — Abweich.	bis 1904	220.8	99.5	435.8	336.8	351.8	252.5	26.9	36.3	16.3	35,5	47.3	110
Mittl. ± Abweich.	1899	130	77	335	153	226	145	75	29	13	29	29	97
Monatsmittel	bis 1904	303	191	599	401	588	338	225	40	23	37	52	173
						Paramaribo.							
Max. + Abweich.	1875	251	176	205	116	124	123	201	120	79	86	157	194
Max. — Abweich.	bis 1884	61	99	145	171	122	185	119	138	38	70	82	135
Mittl. ± Abweich.	1875	122	75	91	75	66	54	62	69	26	41	54	99
Monatsmittel	bis 1884	257	157	220	244	290	291	195	165	60	72	101	215
Max. + Abweich.	1899	318	330	165	222	87	107	122	74	37	65	62	108
Max. — Abweich.	bis 1904	153	187	136	260	163	104	118	94	42	46	100	120
Mittl. ± Abweich.	1899	108	145	100	115	66	66	75	55	19	38	56	58
Monatsmittel	bis 1904	230	226	314	296	283	314	205	131	64	87	130	170
						Georgetown.							
Max. + Abweich.	1875	139	189.9	246.2	114	128.7	59.9	168,7	110.7	148.2	64,8	122.2	343.6
Max. — Abweich.	bis 1884	107.3	90.5	120.8	85.8	112.9	89.7	146.2	65.1	61.9	52	113.2	237
Mittl. ± Abweich.	1875	71	74	98	49	88	35	66	45	49	39	80	121
Monatsmittel	bis 1884	183	106	145	142	265	285	209	169	67	52	114	282

Ein Vergleich von Loanda und St. Thome zeigt, daß positive Abweichungen in St. Thome 1879 bis 1885 in den ausgesprochenen Regenmonaten und der kleinen Trockenzeit häufiger sind. Die Fälle, daß Loanda positive Abweichungen aufweist, sind gering und fallen in die große Trockenzeit.

Loanda und Libreville weichen in 140 Beobachtungsmonaten des Zeitraumes 1896/97 bis 1907/08 52mal voneinander ab, davon hat Libreville in 75% das positive Zeichen. Die Abweichungen fallen in die Regenzeit und in die kleine Trockenzeit. Die positiven Abweichungen Loandas sind meist vor oder zur Zeit des höchsten Sonnenstandes. 1901/02, 1902/03, 1904/05 hat Libreville Regenhöhen weit über die Mittelwerte, in schwächerem Maße 1897/98, 1898/99, 1899/1900, 1905/06: dagegen hat 1896/97, 1900/01, 1906/07 Loanda in einigen Monaten ein positives Zeichen. Trotzdem sind 1900/01 die Regen zu Libreville, obwohl kürzer, von kräftigerer Wirkung als zu Loanda; März—April fielen 470 mm über dem Normalmittelwerte.

Dipikar hat noch häufiger positive Abweichungen als Libreville gegen Loanda. In den Fällen, daß Libreville höhere Niederschläge aufweist als Dipikar, wird der Ausgleich durch Nachbarmonate herbeigeführt. 1890 bis 1892 hat Loanda während 19, 1881 bis 1883 sogar während 21 Monaten hintereinander Regen unter dem Mittel.

Duala-Debundscha ergeben: Häufigere stärkere positive Abweichungen bei Debundscha, nur 1899, 1909 weist Duala mehr das positive Zeichen auf. Sehr häufig hat in der Zeit März bis September Duala einen Monat früher schon Regen über den normalen, in der Zeit September bis Januar umgekehrt Duala einen Monat später Regen als Debundscha. 1902 hatte Debundscha außerordentlich hohe Regen, die stärksten in der Beobachtungszeit. In derselben Zeit weist auch Libreville positive Schwankungen auf, Loanda negative. Ebenso ist das Verhältnis 1904. 1898/99 dagegen zeigt Loanda starke Regen, Libreville, Duala und Debundscha geringe. Das Jahr 1902 ist auch für Alt-Calabar ein starkes Regenjahr, das stärkste nach einer vorliegenden zehnjährigen Tabelle. Nach einer anderen Nachricht soll aber 1901 regenreicher gewesen sein[1]).

Lome hat häufiger positive Abweichung als Lagos, hier sind aber die Regen kräftiger als dort. 1901 hat Lagos hohe Regenhöhen. Die positiven Abweichungen liegen zu Anfang des Jahres, wo auch Debundscha etwas früher starke Regen hat.

Lome und Kpeme stimmen gut überein, doch hat Lome häufiger Regen über dem Mittel als Kpeme; zum Teil werden sie in den benachbarten Monaten ausgeglichen. Die meisten Abweichungen liegen im ersten Halbjahre.

[1]) Res. met. Beobacht. zu Alt-Calabar. Met. Zeitschr. 1906, S. 133.

Kpeme und Porto Novo zeigen im zweiten Halbjahr manche Abweichung, so 1906 bis 1907. Porto Novo und Grand Bassam zeigen im ersten Halbjahr Abweichungen.

Tafie hat häufiger im ersten Halbjahr positive Abweichungen vom Mittel als Misahöhe. 1907 machte eine Ausnahme. Sokode zeigt häufiger positive Abweichungen als Misahöhe, in letzterer Station sind die Regen aber stärker. Sehr oft ist die positive Abweichung in Sokode früher zu erkennen als in Misahöhe. Durchweg hat das erste Halbjahr mehr Ungleichheiten als das zweite.

Sokode und Lome lassen bei einem Vergleich die Regen im ersten Halbjahre in Lome einen Monat früher hervortreten. Die Schwankungsbeträge beider Stationen sind sehr verschieden. 1904 hatte die Küste Regen, das Hinterland nur geringe.

1893 hatte Bathurst im Sommer kräftige Regen, St. Louis geringe. 1895 weist erstgenannte Station im September bis August Regen auf, St. Louis nur geringe.

1905 liegen bei Conakry die Niederschläge oberhalb des Mittels, bei Dakar unterhalb desselben. 1906 setzte bei Conakry der Regen früher und kräftiger ein als dort, dagegen kann 1907 Dakar die regenreichere Station genannt werden. 1908 sind die Niederschläge bei St. Louis unter dem Mittel gelegen, bei Dakar stärker, ebenso im Jahre 1907, 1896 verzeichnet St. Louis geringen Niederschlag, St. Vincent (Kapverden) in mehreren Monaten Regen oberhalb der normalen Höhen. 1897, 1898 und 1899 ist St. Louis die häufiger positive Schwankungen aufweisende Station.

Der Vergleich zwischen Palmas und Teneriffa lehrt mehr positive Schwankungen bei Teneriffa, so 1898/99, 1899/1900, 1900/01, 1904/05. Bei Mogador und Teneriffa läßt sich das Eintreten der Regen bei Teneriffa früher erkennen. Januar bis Juli hat Mogador häufiger positive Abweichungen, während in der Zeit Juli bis Dezember mehr negative Abweichungen vorherrschen. 1905/06 machte eine Ausnahme.

Para hat im Januar, zuweilen auch schon im Dezember, Regen über den Normalen. Manche Ungleichheiten zwischen Para und Pernambuco werden in Nachbarmonaten ausgeglichen; meist hat Pernambuco die Regen später als Para.

Bahia hatte 1882, 1883 und 1887 von Mai bis September starke Regengüsse. 1881, 1884, 1886 und 1888 blieben in dieser Zeit die Regen aus.

Cayenne hatte 1901 und 1904 im März bis Juli stärkere Regen als Paramaribo, 1903 dagegen in derselben Zeit Paramaribo. Die extremen großen Regenhöhen in Cayenne 1904, 1905, 1906 und 1907 werden 1905 und 1906 dusch Regen im April, 1907 durch Regen von Januar bis April herbeigeführt. Durchweg einen Monat früher liegen hohe positive Abweichungen in diesen Jahren bei Para. Ähnlich war das Verhältnis der beiden Stationen 1904. 1899 dagegen zeigt Para in den Monaten Januar bis April—Mai intensiv hohen Regen, 2000 mm, Cayenne dagegen auffallend geringe Regen, etwa 1000 mm, gegenüber etwa 2500 mm in normalen Verhältnissen. Der Regenfall zu Paramaribo ist noch verschwindender, 1899 nur 500 mm. 1898 hat Para in diesen Monaten geringen Regen, Cayenne, Paramaribo starke Regen. 1906 hatte Para wohl kräftige Regen, doch sind die Regen bei Cayenne ungleich heftiger.

Paramaribo hat die Regen später als Cayenne, früher als Georgetown. Auch sind die Regen in dieser Reihenfolge geringer. 1868 verzeichnen Paramaribo und Georgetown in der Zeit 1864 bis 1884 die geringsten Regen. Ein Maximumjahr verzeichnet in dieser Zeit Paramaribo 1871, Georgetown weist jedoch nicht die höchsten Regen auf; vielmehr ist 1865 regenreicher (1849 ist für Georgetown noch regenreicher). Mai—Juni—Juli führen den abnormen Zustand herbei. 1899 ist für Paramaribo und Cayenne das niederschlagärmste Jahr in der Beobachtungszeit.

(Schluß folgt.)

Weitere Beiträge zur Geschichte der Meridionalteile.

Von Kapitän **August Budde**, Hamburg.

Mit außerordentlichem Interesse habe ich die bis jetzt erschienenen Abhandlungen der Herren Dr. Bathe und A. Wedemeyer: »Zur Geschichte der Tafeln der Meridionalteile«, in den Annalen der Hydrographie 1915/16, verfolgt. Auf Grund der Nachforschungen des Herrn Dr. Bathe wird die erste Veröffentlichung der Tafel von *Cornelis Janß Lastman* in das Jahr 1642 gelegt. Dies ist nicht der Fall, da bereits in einer im Jahre 1632 gedruckten Ausgabe des Lastmanschen Hauptwerks *»de Schatkamer des groten See-vaerts-kunst«* seine Tafel der »vergrootende Breede« und auch eine genaue Angabe ihrer Entstehung enthalten ist.

Sowohl die benannte Tafel wie auch die Regel und die gesamte weitere Aufstellung der Berechnung stimmen in den Auflagen[1]) 1632*, 1652† und 1672* genau überein. Die Werke unterscheiden sich, abgesehen von dem Titelblatt und späteren Anhängen, in ihrem gesamten Aufbau überhaupt nicht, und, wenn nicht hier und da Verschiedenheiten im Druck und Abweichungen in den Zeilenlängen vorhanden wären, könnte man versucht sein, sie als gleichaltrig anzusehen. In jeder der drei Auflagen befindet sich der von Wedemeyer hervorgehobene Druckfehler 20075.2 statt 20076.2 bei 89° 40′; dagegen findet sich bei 89° 59′ der Wert 30264.3.

In einigen anderen mit Lastman mittelbar oder gar unmittelbar in Verbindung stehenden Werken jener Zeit:

1. In Lastmans Beschrijvinghe van de Kunst der Stuer-Luyden, ghedruckt voor Cornelis Jansz Lastman, Amsterdam 1642§;

2. in Lastmans Beschrijvinghe van de Kunst der Stuerluyden, ghedruckt voor Symon Cornelisz Lastman, Amsterdam 1657;*

3. in Cornelis Jansz Lastmans Kunst der Stuerluyden door Pieter Karsseboom, Amsterdam 1661;*

*4. in Verbeterde en vermerderte Nieroper Schatkamer waer mee dat de Kunst der Stuerluyden door Pieter Rembrantz, Amsterdam 1696**

befinden sich für 89° 40′ die Werte 20075.2, dagegen für 89° 59′ die Werte 30364.3.

In diesen eben genannten vier Werken stimmen die Tafeln der »vergrootende Breede« — abgesehen von der äußeren Einrichtung und dem Wert für 89° 59′ — mit der Lastmanschen Tafel aus den Hauptwerken 1632, 1652 und 1672 vollkommen überein. Die Regel für ihre Berechnung ist aber nicht wie in den Lastmanschen Hauptwerken für jede Minute aufgestellt, sondern nur für jeden Grad. Sie heißt in den vier Werken übereinstimmend: »Gelijck middel hoeckmaet des schelbooghs van een iegelijck graed der breede / tot hoeckmaet van 90 graden: Alsoo de grootheyt van een iegelijck graed der breede / tot de grootheyt van het selfde wassende graet.« In den dieser Regel folgenden Abhandlungen wird dann gezeigt, wie die vergrößerte Breite für jeden einzelnen Grad berechnet werden kann, während in den Lastmanschen Hauptwerken sowohl die Regel (vgl. S. 439 der Annalen 1915) wie auch das Beispiel für die Ausrechnung von Breitenminute zu Breitenminute durchgeführt ist.

Wenngleich es mir nicht gelungen ist, ein noch älteres Werk von Lastman als wie das oben bezeichnete aus dem Jahre 1632 aufzufinden, so scheint mir die erste Veröffentlichung der Tafel der vergrootende breede zuerst im Jahre 1621 vorgenommen zu sein. Ich schließe dieses aus einer Widmung, die *Pieter Karsseboom* seinem bereits genannten Werke vorausschickt.

So heißt es dort: » . . . . dat mijn behouvt-vaeder saliger Cornelis Jansz Lastman het principaelste van dit Werck in't jaer 1621 al heeft in't licht gebracht en daer toe verscheyden vaste taefelen, als die van de vergrootende breede, en der seven kroomstreeken bereeckent (soo dat ick noch niemant, sich

[1]) Die in dieser Abhandlung mit einem * bezeichneten Bücher sind in der Bibliothek der Seefahrtschule, die mit einem † bezeichneten in der Kommerzbibliothek und die mit einem § bezeichneten in der Bibliothek der Deutschen Seewarte — alle in Hamburg — vorhanden.

daer van de minste lof kan toe schrijven) . . . .«. Mit ähnlichen Worten weist auch *Pieter Rembrantz* in seiner Vorrede zur *Nieroper Schatkamer* auf Lastman und seine Arbeit hin.

Im Anschluß an diese mehr oder weniger mit dem Hauptwerke von Lastman in Verbindung stehenden nautischen Lehrbücher mag noch angegeben werden, wie sich andere nautische Schriftsteller der damaligen Zeit zu der vergrößerten Breite gestellt haben.

C. H. Gietermaker gibt in seinen verschiedenen Werken, zunächst in seinem »*Vervolgh op't vermaek der Stuerlieden, Amsterdam 1659**«, nur eine von Grad zu Grad gehende Tafel »der vergrootende Breedte« in vollen Minuten, ohne weiter anzugeben, wie diese errechnet ist. In seinem Hauptwerke: *'t Vergulde Licht der Zeevaart of te Konst der Stuerlieden (3. und 5. Druck), Amsterdam 1677* bzw. 1690**, stellt er für die Berechnung einer Tafel der vergrößerten Breite die bereits oben genannte Regel für den vollen Grad auf und gibt dann an Hand dieser Regel eine Tafel der vergrößerten Breite von Grad zu Grad, diesmal aber in Zehntelminuten. In einer dem 5. Druck angehängten Tafelsammlung, Amsterdam 1689, ist jedoch eine von Minute zu Minute gehende Tafel »der vergrootende Breedte« enthalten, die für 89° 40′ den Wert 20075.2 und für 89° 59′ den Wert 30364.3 angibt.

Klaas de Vries gibt in der ersten Auflage seiner »*Schatkamer ofte Konst der Stuurlieden, Amsterdam 1710**« für die Berechnung der vergrootenden Breete die folgende Regel: »Gelyk de Radius, tot Secans van de gemiddelde Breete, Also de grootheit van yder graad of minuit in langte, tot de grootheit van deselve na de vergrootende Breete«.

In seinen Ausführungen hierüber sagt er, daß man für die Ausrechnung der vergrößerten Breite die Rechnungsweise »sonder merkelijke mißlagh te begaan« bis 70° von Grad zu Grad, von 70°—86° von 20′ zu 20′, von 86°—88° von 4′ zu 4′ und von 88°—90° von Minute zu Minute durchführen muß. Eine Tafel der vergrößerten Breite gibt er dieser Auflage nicht bei, sondern er beschränkt sich am Schlusse dieses Hauptstücks an einem Beispiel zu zeigen, auf welche Weise man sich eine solche Tafel leicht berechnen kann. In späteren mir zugänglich gewesenen Auflagen von 1777* und 1786†, die von *Evert Floryn* vermehrt und verbessert sind, befinden sich die gleichen Ausführungen. Diesen Auflagen ist aber die zu der damaligen Zeit sehr verbreitete nautische Tafelsammlung von *Bernardus Johannes Douves* angehängt. Die Tafeln von Douves (Amsterdam 1779) haben für 89° 40′ den Wert 20076.2 und für 89° 59′ den Wert 30375.0.

Sowohl *Adrian Teunisz van Veur* in seiner »*Zeemans Schatkamer, Amsterdam 1755**« wie auch *Jan Albertsz van Dam* in »*De nieuwe Hoornse Schatkamer ofte Konst der Zeevaart, Amsterdam 1723**« beschränken sich auf den Hinweis des Vorhandenseins einer Tafel der vergrößerten Breite, ohne auf Regel, Ableitung und Berechnung irgendwie einzugehen. Der letztere sagt auf Seite 157 in bezug auf die vergrößerte Breite: »Van dese vergrootende breete is een Tafel uytgerekent door Eduwart Wrigt, Engelsman, die men de Tafel der vergrootende breete / of Wassende Latitudo noemt / en is door Cornelis Jansz Lastman een weynig verbetert / met dese uytrekening sullen wy den Leerling niet beswaren . . .«. In beiden Werken finden sich Tafeln der vergrößerten Breite mit den Werten 20075.2 bzw. 30364.3.

Pybo Steenstraa leitet in seinem »*Grond-Beginzels der Stuurmans-Kunst (2. Druck), Amsterdam 1779*, (3. Druck) 1791*†, für die Berechnung der vergrößerten Breite die Formel ab:

Radius: Sec. der Breedte = 1′ der Linie: 1′ der Breedte oder 100000: Sec. der Breedte = 10: het getal der tiende deelen van Minuten, die elke minuut van Breedte moet bevatten. Darauf zeigt er an Beispielen, wie die angeführte Formel für die Breite von 50°—60° praktisch zu verwerten ist. Seinen Werken ist die Tafelsammlung von Douves beigegeben.

Die gleiche Regel und fast dieselben Zahlenwerte, die *Klaas de Vries* für die Berechnung einer Tafel der »vergrootende breete« anführt, befinden sich auch

in *»De nieugepractiseerende Oefening der Stuurlieden, door Lieuwe, Wilhelmsz Graaf, Amsterdam 1698*«*. Neben einer vollen Tafel der vergrößerten Breite (mit den Werten 20075.2 für 89° 40′ und 30364.3 für 89° 59′) gibt Graaf noch eine kleinere von 20′ zu 20′ gehende Tafel, die er *»Tafel van de vergrootenden Graden der Latitudo«* nennt. Es ist dies eine Tafel, welche angeben soll, um wie viele Grad und Minuten jeder Breitenparallel von dem Äquator bei der wachsenden Karte abstehen muß oder, mit dem Verfasser zu reden: »op datmen met ras en vaartigkeit een kaart met wassende Graden kan maken«.

Die Werte dieser Tafel stimmen bis etwa 50° Breite mit den in Gradmaß umgerechneten Meridionalteilen seiner Tafel der »vergrootende breete« überein, weichen dann aber in immer steigendem Maße von ihnen ab. So gibt der Verfasser bei 30° — 31° 28′, bei 40° — 43° 43′, bei 50° — 57° 54′, bei 60° — 75° 16′ (75° 27′), bei 70° — 98° 50′ (99° 26′), bei 80° — 137° 45′ (139° 35′), bei 85° — 175° 10′ (179° 24′);

die in Klammern beigefügten Werte sind in Gradmaß umgerechnete Meridionalteile. Der Tafel ist dann noch ein Beispiel und eine nach dem Beispiel gefertigte Karte bis 57° beigegeben.

Eine ähnliche Tafel ist von *Joost van Breen* in seinem *»Stiermans Gemack, ofte een korte Beschryvinge van de Konst der Stierlieden«, in's Gravenhage 1662**, veröffentlicht. Der Verfasser nennt sie *»Tafel der wassende Graden«*. Die Tafel ist von Grad zu Grad gegeben und enthält für jeden Grad die in Gradmaß verwandelten Meridionalteile und den Unterschied zwischen dem betreffenden und dem vorhergehenden Grade.

Grad	A	B	Grad	A	B
50	1—32	57—54	55	1—43	66—8
51	1—35	59—29	56	1—46	67—54
52	1—36	61—5	57	1—48	69—42
53	1—39	62—44	58	1—52	71—34
54	1—41	64—25	59	1—55	73—29

Nach mehr oder weniger ausführlichen Angaben über die Entstehung und den Gebrauch der Tafel stellt Breen — gewissermaßen — zur Bekräftigung der Richtigkeit seiner Tafel auf S. 79 Vergleiche mit den Tafelwerten anderer ihm bekannter Autoren an; so sagt er:

Op de vier en tachtigste Graed stelt:
S. Stevin in syn vergaerde Snylijnen . . . . 10141 minut
C. I. Lastman in syn vergrootende breete . . 10137 »
E. Decker in syn paral. tafeln $168^{90}/_{100}$ gr of . 10134 »
En in ons tafeltjen 168 grad, 53 min. ofte . . 10133 »
Dat alles naer genoech over een komt; Hier heft
Abraham de Graef maer . . . . 9930 »
Dat scheelt met Lastman . . . . 702 »

Die Minderwertigkeit der Tafel von *Abraham de Graef*, die in *»De seven Boeken van de groote Zevaert«, Amsterdam 1658** veröffentlicht ist, war nach dem obigen Vergleiche schon damals voll bekannt. Dies geht auch aus weiteren Andeutungen, die Breen zu dem Vergleiche und den betreffenden Tafeln macht, hervor; so heißt es dann unter Hinweis auf eine schon früher ausgesprochene Warnung von dem Gebrauche der Graefschen Tafeln: »dat wy de vergrootende breete tafelen van eenen Abraham de Graef niet vor goet en keuren«. Anderseits sieht Breen die Arbeit und die Tafel von C. J. Lastman als mustergültig an und zieht sie stets zu Vergleichen seiner Methoden heran. So auch besonders in dem Abschnitt, in dem Breen an Stelle der Rechnung nach vergrößerter Breite die Rechnung nach Mittelbreite empfiehlt und erklärt, auch eine Tafel — meines Wissens die erste — »van de Vergoedinge der Middelbreete« herausgibt.

Es sei nun noch auf die »Tafel der Parallelen«, ihre Entstehung und ihren Gebrauch in dem *»Practyck van de Groote Zeevaert door Ezechiel de Decker,*

*Rotterdam 1659**, hingewiesen. Auf S. 78 seines Werkes zeigt de Decker den Weg, wie er seine Tafel gemacht hat. Er hat die Entfernung zwischen jedem Breitenparallel in 100 gleiche Teile geteilt, dann für jeden hundertsten Teil aus der Tafel »Henrici Briggy« die zugehörigen Sekanten aufgeschlagen und dann, von 0° (dem ersten Parallel) beginnend, die einzelnen Sekanten addiert. In bezug auf die Richtigkeit seines Verfahrens und der darauf beruhenden Tafel verweist er auf den Beweis, den *Willebrordus Snellius* in seinem »*Tiphys Batavus, Lugd. Bat. 1624*†« auf S. 30 bereits erbracht hat.

In seiner »Tafel der Parallelen« gibt de Decker für jede Minute den dazu gehörenden Wert, und zwar bis zu 70° Breite in tausendstel und von 70° 1′ bis 89° 59′ in hundertstel Graden. Auf S. 82 sagt er dann noch, daß die Tafeln nicht nur zum Anfertigen von »Pas-kaerten«, sondern auch zum Segeln nach vergrößerter Breite benutzt werden können.

Soweit die niederländischen nautischen Schriftsteller hauptsächlich aus der Zeit von 1620 bis 1700, welche für die damalige Zeit wohl am weitesten fortgeschritten waren. Von den fransösischen nautischen Schriftstellern kommen nur Feurnier und Dechales in Betracht, von den englischen Sturmy.

G. Fournier erwähnt in seiner »*Hydrographie contenant la Théorie et la Pratique de toutes les parties de la Navigation, Paris 1643*†« nur, daß der Portugiese Pierre Nonius, die Engländer Edouart Wright und Robert Huės und die Holländer Stevin, Snellius und Metius über die vergrößerte Breite geschrieben und Tafeln berechnet haben. Die Arbeit von Lastman scheint ihm nicht bekannt gewesen zu sein.

Claude, François, Millet Dechales gibt in dem Vorwort zu seinem »*L'art de Naviger, Paris 1677*†« eine Zusammenstellung ihm bekannter nautischer Schriftsteller. In dieser Zusammenstellung, die den Zeitraum von 1530 bis 1673 umfaßt, werden für das Gebiet der vergrößerten Breiten nur die Arbeiten von Nonius, Stevin, Snellius und Metius, nicht aber die von Wright und Lastman erwähnt. In dem Werke selbst befinden sich nach kurzen Andeutungen über die nicht sehr klare Arbeit von Snellius weitere Ausführungen über die »Latitudes croissantes«, die in einem späteren Abschnitte, der über Karten handelt, wiederholt und ergänzt werden. Am Ende des Werkes befindet sich versteckt zwischen anderen Tafeln die von Grad zu Grad von 1 bis 70 gehende »Table des Latitudes croissantes«. Die Tafel ist wie folgt eingerichtet:

Paralèle	Grandeur de chaque degré	Paralèle	Grandeur de chaque degré	Paralèle	Grandeur de chaque degré	Paralèle	Grandeur de chaque degré
1	10 000	10	100 436	45	502 947	66	870 048
2	20 001	20	203 873	50	576 336	67	894 634
3	30 007	30	313 964	55	647 655	68	920 227
5	50 021	35	372 955	60	739 619	69	946 922
8	80 213	40	435 621	65	846 386	70	974 826

Von den englischen nautischen Werken ist wohl »*The Mariners Magazine by Capt. Samuel Sturmy, London 1669*†« als das am weitesten verbreitete anzusprechen. Es hat in der kurzen Zeit von 1669 bis 1700 vier Auflagen gehabt. Die vierte Auflage, London 1700†, ist nicht mehr durch Sturmy, sondern durch J. Colson herausgegeben. Sie weicht nicht wesentlich von der ersten ab und bringt die Tafel der Meridionalparts noch in Leagues. Hinsichtlich der Tafel und ihrer Werte verweise ich auf die ausführlichen Angaben von Wedemeyer.

Ein anderes englisches Werk: »*An Epitome of Navigation by Henry Gellibrand, London 1689**« ist nur unbedeutend. Es bringt eine Tafel der Meridionalparts von 10 zu 10 Minuten. Die in der Tafel gegebenen Werte stammen aus der Tafel von Wright, obgleich in der Beschreibung neben der Tafel von Wright auch die von Norwood erwähnt wird.

Kleinere Mitteilungen.

Erwiderung auf Prof. Plassmanns Bedenken zur Kalenderreform.[1]) Der von Herrn Prof. Plassmann hervorgehobene Vorteil der jetzigen doppelten Zeitrechnung ist unzweifelhaft vorhanden und hat schon manchmal zur Berichtigung älterer Daten gedient. Aber er ist, verglichen mit ihren Nachteilen, verschwindend gering. Nehmen wir an, daß von 1000000 Briefen 10000 einen Fehler im Datum enthalten, von diesen 10 später als Dokument dienen sollen und von ihnen in einem durch doppelte Zeitangabe sich mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit der Fehler berichtigen läßt — das Verhältnis dürfte noch viel ungünstiger sein —, sollen wir darum wirklich auf die großen praktischen Vorteile einer einheitlichen Zeiteinteilung verzichten? Wäre diese Kontrolle durch zweierlei Maß so wichtig, so müßten wir sie auch bei anderen Teilungen anwenden, z. B. Längen in Millimetern und pariser Linien, oder von beiden Enden des Maßstabs gemessen angeben. Wir verzichten darauf als nicht lohnend, suchen durch die Schule zur Sorgfalt zu erziehen und lesen, was wir geschrieben haben, ehe wir es absenden. Für besondere Fälle stehen uns bei alledem Maßnahmen für größere Sicherung zur Verfügung.

Die Aufgabe, die Länge des Sonnenjahres zu bestimmen, ist von der Astronomie mit großer Genauigkeit gelöst, das Ergebnis durch die Schaltrechnung ganz genügend berücksichtigt. Die vernünftige Einteilung dieses Jahres ist jetzt keine wissenschaftliche, sondern eine praktische Aufgabe, wobei natürlich immerhin Methoden, die in der Wissenschaft erprobt sind, vorteilhafte Verwendung finden können.

Auf die Frage von Prof. Plassmann, warum wir so »neue, ungewisse Gestade aufsuchen« sollen, antworte ich daher am besten mit einem Zeugnis aus der Praxis. Die Handelskammer Arnsberg i. W. schreibt an Herrn Rese, daß sie »der Reform grundsätzlich beistimmt, da sie in derselben ganz außerordentliche Vorteile für die Geschäftswelt erblickt«. Die vielen Unterschriften aus den leitenden Kreisen des Handels und der Industrie unter dem neuesten Flugblatt von Rese bestätigen diese Auffassung.

Auf die politischen und religiösen Bedenken einzugehen, scheint mir hier nicht der Ort. Erwähnen möchte ich nur, daß die Türkei noch keineswegs den gregorianischen Kalender angenommen hat, sondern dessen beabsichtigte Annahme, immer wegen seines christlich-päpstlichen Charakters, wieder auf unbestimmte Zeit verschoben hat. W. Köppen.

Anmerkung. Eine Fortsetzung der Diskussion über Kalenderreform an dieser Stelle ist nicht beabsichtigt. Die Einführung einer Kalenderreform bedarf wohl sicher einer internationalen Vereinbarung; von einer Einführung der Reform nur durch Deutschland und seine Verbündeten nimmt neuerdings auch Herr Rese Abstand. Die Redaktion.

Neuere Veröffentlichungen.

Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

U. S. Hydrographic Office, Washington: *Central America and Mexico Pilot. (East Coast) 1916. From Gallinas Point, Colombia to the Rio Grande.* 8°. 382 p. Washington 1916. Government Printing Office.

— — —: *Nova Scotia Pilot. Bay of Fundy, Coasts of Nova Scotia and Cape Breton Island. 4th edit. 1916.* 8°. 526 p. Ebenda.

— — —: *British Columbia Pilot. Volume II 1916. The Coast of British Columbia from Cape Caution to Portland Inlet, including the Queen Charlotte Islands and Dixon Entrance.* 8°. 294 p. Ebenda.

— — —: *Pacific Islands Pilot. Vol. I. (Western Groups.) 1916.* 8°. 634 p. Ebenda.

[1]) Vgl. S. 448 dieses Jahrgangs.

U. S. Hydrographic Office, Washington: *Pacific Islands Pilot. Vol. II. (Eastern Groups.) 1916.* 8⁰. 480 p. Ebenda.
— — —: *South America Pilot. Vol. I. (East Coast) from the Orinoco River to the Plata River, 1st edit.* 8⁰. 634 p. Ebenda.
— — —: *List of Lights. Vol. I. The West Indies and Pacific Islands, and Coast of North and South America, exepting the United States. (Corrected to March 12. 1916.)* 8⁰. 456 p. Ebenda.
— — —: *List of Lights. Vol. III. West Coasts of Africa and Europe, and the Mediterranean Sea, including the Adriatic and Black Seas and Sea of Azov. (Corrected to March 20. 1916.)* 8⁰. 543 p. Ebenda.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Bornhak, C.: *Der Wandel des Völkerrechts.* 8⁰. 102 S. Berlin 1916. C. Heymanns Verlag. 2.00 *M.*

Verschiedenes.

Graf, F.: *Im Torpedoboot gegen England.* 8⁰. 101 S. Berlin. Aug. Scherl. 1.00 *M.*
Kalau vom Hofe: *Die kämpfenden Flotten im Weltkriege. Verzeichnis sämtlicher Kriegsschiffe der kriegführenden Staaten mit Angabe der Verluste feindlicher Schiffe nach dem Stande von Ende Juli 1916.* 8⁰. 91 S. Berlin 1916. O. Elsner. 1.00 *M.*
Mittler, S. T.: *Die deutsche Kriegsflotte und die fremden Seemächte 1916.* 4. Jahrg. 3. Aufl. 8⁰. 116 S. mit 81 Skizz., 10 Karten, 1 graph. Darstellg., 2 Flaggentaf. sowie 17 Abbildgn. u. 62 photogr. Schiffsansichten auf Tafeln. Berlin 1916. E. S. Mittler & Sohn. 2.00 *M.*

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

How the United States Weather Bureau was started. »Scientif. Americ.« 1916, May 20.
Regelmäßige Hochdruckverschiebungen als Grundlage für eine Wettervorhersage auf längere Zeiträume. Fr. Göschl. »Das Wetter« 1916, Hft. 7.
On pressure change charts. E. H. Bowie. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, March.
Om månens inflytande på klimat och väderlek. O. Pettersson. »Ymer« 1916, Hft. 2.
Weather forecasts from cirrus cloud directions in Australia. R. D. C. Ward. »Geograph. Review, New York« 1916, May.
Über die Herleitung von Tagesmitteln der Lufttemperatur aus den Terminbeobachtungen. P. Scheiber. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 7.
Einige Beobachtungen über homogene Nebel. J. Dreis. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 7.
Schaal van Beaufort voor de windkracht. G. H. Hoogendijk. »De Zee« 1916, Nr. 8.
Ganz ungewöhnliche Wärme und Frühlingsboten im Winter 1915/16. R. Fischer. »Das Wetter« 1916, Hft. 7.
Der kühle Juni. W. Köppen. Ebenda.
Über die Fortschritte in der Kenntnis vom Wesen und Klima der diluvialen Eiszeit. W. Eckardt. »Die Naturwissenschaften« 1916, Hft. 33.
Die Höhe der Schneedecke in Norddeutschland. G. Lachmann† u. G. Schwalbe. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 7.
Verschillen in den dampkring boven Soesterberg en Scheveningen. H. G. Cannegieter. »Hemel en Dampkring« 1916, Juli.
Die tägliche Verdunstung nach den Tageszeiten und das tägliche Maximum in Ungarn. Antal Réthly. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 7.
Jaarlijksche gang van de onweders te Horta (Azoren). »Hemel en Dampkring« 1916. Juli.

Reisen und Expeditionen.

Die Forschungsreise von S. M. S. »Möwe« im Jahre 1911. L. Mecking. »Geogr. Ztschr.« 1916, Hft. 8.
Verlauf von Shackletons Südpolexpedition. Ebenda. Heft 7.

Fischerei und Fauna.

Fang- und Betriebsergebnisse von Motorkuttern der östlichen Ostsee. »Mitteil. d. Deutsch. Seefisch.-Vereins« 1916, Nr. 5/7.
Die Breitlingsfischerei im Winter 1915/16 in Hela. Jacobi. Ebenda.
Twee belangrijke feiten in de geschiedenis van de hollandsche haringvisscherij herdacht. F. C. Eyers. »Mededeel. ov. Visscherij« 1916, April/Juni.
De reorganisatie van den wetenschappelijken dienst ten behoeve der visscherijen. H. C. Redeke. Ebenda.
Einige Resultate der Untersuchungen über das Alter der norwegischen Heringe. Einar Lea. »Mitteil. d. Deutsch. Seefisch.-Vereins« 1916, Nr. 5/7.
Over ouderdomsbepaling en groei bij den snoekbaars. A. C. J. van Hoor. »Mededeel. ov. Visscherij« 1916, April/Juni.

Physik.

Bemerkung zu der Abhandlung von Franz Linke »Über die atmosphärische Quelle der durchdringenden Strahlung«. K. Bergwitz. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 7.

Über die Änderung des Verhältnisses des Dampfgewichtes zum Luftgewicht mit der Höhe. J. v. H. u. R. Blair. Ebenda.
Die Fortpflanzung des Schalles in der Atmosphäre. W. Schmidt. Ebenda.
Zur Fortpflanzung des Schalles in der freien Atmosphäre. W. Schmidt. »Physikal. Ztschr.« 1916, Nr. 15.
Abnorme Hörbarkeit und Wasserstoffsphäre. W. Schmidt. »Das Wetter« 1916, Hft. 7.
Nordlichtbeobachtungen am 25., 26. u. 29. April 1916 in Bergedorf und Hamburg. B. Messow u. H. Thiele. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 7.
Some problems of atmospheric electricity. G. C. Simpson. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, March.

Die Witterung an der deutschen Küste im Juli 1916.

(Amtlich)

In seinen Monatswerten kennzeichnete sich der Monat Juli bei ungefähr normalem, von Westen nach Osten abnehmendem, im Westen etwas zu hohem, im Osten ein wenig zu niedrigem Barometerstand als ziemlich kühl, ziemlich trüb bis auf den Westen der Ostsee, und als trocken, mit Ausnahme der östlichen Ostsee, wo die Niederschläge teilweise die vieljährigen Mittelwerte sehr erheblich überstiegen. Die Winde aus westlichen Richtungen traten an Häufigkeit stark hervor; die mittlere selbsttätig aufgezeichnete Windgeschwindigkeit blieb unter den vieljährigen Mitteln, soweit solche zum Vergleich herangezogen wurden.

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm + Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom 30j. Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br. Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C. 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom 15j. Mittel	Zahl der Frosttage (Min. <0°)	Eistage (Max. <0°)
Borkum	7.7 m	62.0	+1.7	69.9	29.	53.9	13.	15.0	17.4	15.1	15.2	−1.2	0	0
Wilhelmshaven	4.5	61.7	+1.2	69.6	29.	52.1	8.	15.0	17.7	15.5	15.3	−1.1	0	0
Keitum	8.4	60.8	+1.1	68.7	29.	51.9	8.	15.5	18.0	14.5	15.1	−0.9	0	0
Hamburg	26.0	61.3	+1.0	68.7	29.	52.9	8.	14.8	18.3	17.1	16.2	−0.6	0	0
Kiel	47.2	61.0	+1.1	68.1	29.	53.6	8.	15.0	18.1	15.4	15.4	−0.6	0	0
Wustrow	7.0	60.3	+0.6	66.9	29.	53.7	8.	15.5	17.6	16.5	16.2	−0.7	0	0
Swinemünde	10.0	60.1	+0.2	66.0	29.	52.9	5.	17.2	19.4	17.2	17.1	−0.4	0	0
Rügenwaldermünde	6.9	59.2	−0.5	64.6	28.	50.1	6.	15.9	17.5	16.0	15.9	−0.8	0	0
Neufahrwasser	4.5	58.7	−0.8	64.2	28.	46.5	6.	16.7	18.4	16.3	16.5	−1.1	0	0
Memel	9.6	58.0	−0.7	63.4	28.	44.3	6.	17.3	20.0	16.3	17.1	−0.3	0	0

Stat.	Temperatur-Extreme Mittl. tägl. Max.	Min.	Absolutes monatl. Max.	Tag	Min.	Tag	Temperatur-Änderung von Tag zu Tag 8h V	2h N	8h N	Feuchtigkeit Absolute Mittel mm	Relative, % 8h V	2h N	8h N	Bewölkung 8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	17.7	13.0	21.1	18.	11.2	15.	1.1	1.5	1.2	10.5	81	74	80	7.3	7.1	7.6	7.3	+0.9
Wilh.	18.3	12.4	22.7	31.	9.4	1.	1.4	1.2	1.0	11.4	86	77	84	7.8	7.5	7.8	7.7	+1.1
Keit.	18.5	12.1	24.9	26.	9.5	2. 7.	1.6	2.5	1.5	11.3	85	79	88	7.7	6.4	5.7	6.6	+0.1
Ham.	19.8	13.2	26.1	28.	10.6	1.	1.3	1.8	1.3	10.9	85	69	77	8.5	8.5	6.2	7.7	+0.9
Kiel	18.9	12.4	22.9	28.	9.2	2.	1.1	1.5	1.3	10.9	85	72	79	6.7	6.3	5.5	6.2	−0.4
Wus.	19.0	13.8	24.8	28.	10.6	2.	0.9	2.0	1.5	11.4	84	76	81	6.8	6.1	5.8	6.2	−0.2
Swin.	20.4	13.8	24.3	8.	9.9	4.	1.2	2.1	1.5	11.1	76	65	78	6.8	6.4	6.2	6.5	−0.3
Rüg.	18.4	13.4	21.6	28.	9.6	18.	1.0	1.1	0.9	11.6	86	78	84	6.9	5.3	5.9	6.0	+0.3
Neuf.	19.5	13.5	25.3	9.	10.7	2.	1.5	2.1	1.5	11.3	79	72	82	7.1	7.0	5.8	6.6	+0.0
Mem.	21.7	13.2	28.3	27.	10.1	15.	2.7	3.3	2.2	12.0	81	70	86	7.1	7.4	7.0	7.2	+0.6

Stat.	Niederschlag, mm [1])						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit [2])			
							mit Niederschlag ≧ mm				⚡ u. T	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek.			Daten der Tage mit Sturm
	8^h V – 8^h N	8^h N – 8^h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	0.2	1.0	5.0	10.0					Mittel	Abw.	Sturmnorm	
Bork.	8	26	33	—39	7	8.	12	7	3	0	1	0	2	17	—	—	12.0	nach Schätz. keine
Wilh.	37	20	57	—33	17	3.	14	9	4	1	3	0	2	16	3.6	—1.4	12.0	keine
Keit.	9	16	24	—38	6	15.	12	8	1	0	0	0	2	13	3.5	—	12.0	keine
Ham.	39	29	67	—24	12	11.	18	13	4	2	1	1	0	16	4.1	—0.4	12.0	keine
Kiel	40	23	62	—26	14	11.	13	10	5	2	1	0	3	9	3.5	—1.2	12.0	keine
Wus.	34	20	53	—20	9	10.	15	13	3	0	3	0	2	6	—	—	12.0	nach Schätz. keine
Swin.	37	91	128	+51	57	9.	20	13	5	3	2	0	2	8	3.6	—0.3	10.5	keine
Rüg.	20	21	41	—47	14	6.	12	7	3	1	3	0	2	9	4.4	—	15.0	keine
Neuf.	47	18	65	— 9	11	16.	23	12	5	1	3	1	2	10	4.2	—	12.0	keine
Mem.	47	50	97	+35	28	6.	15	10	7	3	6	6	0	11	4.2	—	12.0	7. 30. 31.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8^h V	2^h N	8^h N
Bork.	8	5	5	0	0	0	1	2	1	2	7	2	13	6	24	16	1	2.4	2.5	2.4
Wilh.	8	3	7	1	1	0	1	1	5	1	5	4	9	22	16	8	1	2.1	2.8	2.4
Keit.	8	1	2	0	2	0	3	0	1	3	2	5	10	11	22	18	5	2.5	2.8	2.3
Ham.	6	0	6	2	3	0	4	2	4	1	8	17	9	7	21	3	0	3.3	2.9	2.7
Kiel	4	2	15	1	1	1	1	0	4	4	12	1	15	10	18	3	1	2.5	2.8	2.3
Wus.	7	6	6	3	0	0	0	3	1	1	3	8	17	21	7	4	6	3.6	3.6	2.8
Swin.	12	6	7	0	1	1	3	0	1	1	6	6	3	21	9	13	3	2.2	3.1	2.3
Rüg.	4	9	8	2	1	3	1	1	1	2	3	7	18	9	10	2	12	2.8	3.4	2.8
Neuf.	8	4	2	4	2	1	0	3	5	6	4	5	10	7	16	12	4	2.7	3.3	2.5
Mem.	3	4	8	5	1	1	5	2	3	1	7	7	21	3	14	8	0	3.0	3.4	2.2

Für den größeren Teil der Küste brachte dieser Monat endlich wieder längere Zeiträume überwiegend trockenen Wetters, an der Nordsee und westlichen Ostsee vom 4. bis 6., 19. bis 23. und 26. bis 31., an der östlichen Ostsee am 1., 8., 12., 21. bis 23 und 27. bis 31; regnerisch für den größten Teil der Küste waren der 1. bis 3., 9. bis 18. und der 24. Die Temperaturen zeigten im ganzen nur geringe Schwankungen und lagen bei der Morgenbeobachtung um 9 Uhr Sommerzeit bis auf wenige, verhältnismäßig etwas zu warme Morgen in der zweiten und der letzten Pentade fast durchweg ein wenig unter den langjährigen Mittelwerten. Abgesehen von Memel, wo sechs Sommertage (wenigstens 25° als Höchsttemperatur) auftraten, hatten nur Hamburg und Neufahrwasser je einen Sommertag. Gewitter waren selten und wurden über größerem Gebiet nur am 1. an der westlichen Ostsee, am 2. ostwärts bis Mecklenburg sowie am 3. bis 5. und 9. an der östlichen Ostsee beobachtet. Heiteres Wetter trat in weiter Ausdehnung über dem ganzen Gebiet vom 4. bis 6., an der westlichen Ostsee vom 21. bis 23., an der Nordsee am 25., an der ganzen Küste vom 26. bis 28. sowie an der Nordsee und westlichen Ostsee am 30. auf. Nebel wurde über größerem Gebiet am 23. und 24. an der Nordsee sowie am 25. an der östlichen Ostsee beobachtet. Steife und vereinzelt stürmische Winde traten aus westlichen Richtungen nur am 1. an der schleswig-holsteinischen Küste sowie am 6. und 31. an der östlichen Ostsee auf.

Die Wetterlage, Luftdruckverteilung über Europa, bot im Juli kaum etwas Bemerkenswertes. Bis zum 13. scheint sich ein Tiefdruckgebiet vom Ozean bis nach dem Nordmeer und Großbritannien erstreckt zu haben gegenüber einem

[1]) Die Niederschlagswerte sind auf ganze Millimeter abgerundet.

[2]) Die registrierten Windgeschwindigkeiten und Sturmnormen erscheinen seit Januar dieses Jahres infolge anderer Berechnungsweise kleiner als früher (vgl. die Erläuterungen der Januar-Tabelle, »Ann. d. Hydr. usw.« 1905 S. 143).

südwestlich von Europa gelegenen und über der Pyrenäenhalbinsel ausgebreiteten Hochdruckgebiet; von diesem drangen bis zum 10. nur vereinzelt flache Hochausläufer über Frankreich vor, die in ihrem ostwärts gerichteten Fortschreiten teilweise vorübergehend trockenes Wetter brachten, während das Wetter meist durch flache Tiefausläufer beherrscht wurde, die, von Frankreich kommend, auf ihrem nordostwärts gerichteten Wege ausgebreitete Regenfälle herbeiführten. Am 10. breitete sich das Hochdruckgebiet von der Biscayasee her in einem Ausläufer über Deutschland aus, aber es schritten dann vom Kanal heranziehende Tiefausläufer längs der Küste fort, so daß das regnerische Wetter fortdauerte. Nachdem die Winde seit Anfang des Monats vielfach aus wechselnden Richtungen geweht hatten, brachte das über Kontinentaleuropa ausgebreitete Hochdruckgebiet Winde meist aus Südwest bis West und nur vereinzelt aus Nordwest, letztere auf der Rückseite der Tiefausläufer, wie insbesondere auch die für den 6. und 7. angegebenen steifen und stürmischen Winde. Am 13. deutete sich das Herannahen eines Hochdruckgebiets auf der Rückseite des ozeanischen Tiefdruckgebiets an, und schon an diesem Tage verlagerte sich das Gebiet niedrigsten Luftdrucks nach Skandinavien, wo es sich bis zum 19. erhielt, während das Hochdruckgebiet vom Ozean heranzog und das zunächst ganz Nord- und Mitteleuropa bedeckende Tiefdruckgebiet langsam an Ausdehnung abnahm. Mit dem Vordringen eines Hochdruckausläufers über Skandinavien setzte dann bei zunächst vielfach frischen, nordwestlichen Winden das trockene Wetter an der Küste, zunächst im Westen und sich nach Osten ausbreitend, ein. Im Bereiche von flachen, in südlicher Richtung über Skandinavien vordringenden Ausläufern des über Rußland lagernden Tiefdruckgebiets wurden am 24. und 25. wieder vielfach Regenfälle beobachtet; dann breitete sich das Hochdruckgebiet in einem Ausläufer über Dänemark und Südschweden, weiterhin über den Süden der Ostsee und Ostdeutschland aus, so daß vom 26. ab an der Küste meist trockenes Wetter herrschte. Nachdem dieser Hochausläufer zunächst leichte über Nord nach Nordost umgehende Winde gebracht hatte, drehten die Winde in der Nacht zum 29. wieder nach Nordwest und West und hielten aus in dieser Richtung bis Monatsende; in den letzten Tagen erfolgte teilweise starkes Auffrischen unter der Wechselwirkung zwischen dem Hochdruckgebiet über Kontinentaleuropa und dem Tiefdruckgebiet über Rußland. In diesen trockenen und vielfach sonnigen letzten Tagen stellten sich meist die höchsten Temperaturen des Monats ein, während die niedrigsten Monatstemperaturen überwiegend in den ersten Tagen beobachtet worden waren.

Berichtigung.

Berichtigung zu dem Aufsatz: »Bericht über die 39. Wettbewerb-Prüfung«, Heft VII (Juli), Seite 353.

Die Namen der Chronometermacher und die Anzahl der Instrumente, die am Wettbewerb teilgenommen haben, waren folgende:

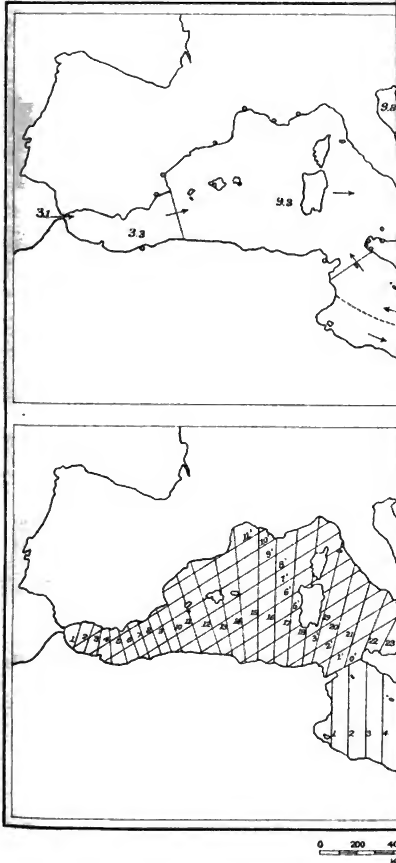
»Chronometer-Werke«, Hamburg . . .	20	Chronometer,
Th. Knoblich, Hamburg	1	«
L. Kurtz, Münster i. W.	1	«
A. Lange & Söhne, Glashütte i. Sa. . .	18	«
F. Lidecke, Geestemünde	20	«
»Union«, Glashütte i. Sa.	6	«
C. Wiegand, Peine	8	«

Druck und Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei, Berlin SW, Kochstraße 68–71.

R.

Hydrodyna
der halbtägigen Ge

Ann.d.Hydr.usw.1916



Die Bestimmung von Windrichtung und -stärke im fahrenden Flugzeug.

Von W. Immler, Elsfleth.

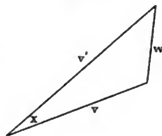
(Hierzu Tafel 14.)

Bei größeren Überlandflügen, bei denen das vorgesteckte Ziel ohne zu große Umwege erreicht werden muß, ist es für den Flugzeugführer eine unbedingte Notwendigkeit, den Einfluß des Windes auf sein Flugzeug zu ergründen, damit er aus der beobachteten Abtrift sofort den nötigen Vorhaltewinkel erkennen kann, den er anwenden muß, um sein Ziel geradeswegs zu erreichen.

Bisher blieb die Lösung dieser Frage m. E. in ihren Anfängen stecken und gab nicht den erwünschten brauchbaren Aufschluß, und so sei es Zweck der folgenden Seiten, eine Antwort zu finden, an deren Hand der Flugzeugführer instand gesetzt wird, die Einwirkung des Windes restlos in seine Berechnung einzubeziehen.

Die Lösung der Aufgabe beruht auf einer Betrachtung des Winddreiecks, das dem in der Nautik gebräuchlichen Stromdreieck nachgebildet ist. In Fig. 1 bedeute v Größe und Richtung der eigenen Flugzeuggeschwindigkeit, w Windstärke und -richtung, dann ist v′ Größe und Richtung der Fahrtgeschwindigkeit. Die entsprechenden Begriffe in der Nautik wären: v Fahrt durchs Wasser, w Strom und v′ Fahrt über Grund. Der Winkel x zwischen v und v′ gibt die »Abtrift«, wobei ich mir bewußt bin, daß die Übertragung dieses Wortes aus der Nautik in die Flugtechnik nicht glücklich ist und vielleicht durch einen besseren Ausdruck (»Abdrängung«) eingetauscht werden muß. Denn in der Nautik versteht man unter Abtrift den Winkel zwischen der Kursrichtung des Schiffes und der durch den Wind verursachten seitlichen Kursversetzung im Wasser, während in der Flugtechnik die bewegende Ursache (Wind) zugleich das bewegte Element (Luft) ist, in dem sich das Flugzeug befindet. Das Schiff ist in der Lage, dieser Abtrift wirksam durch seine Bauart zu begegnen oder durch Winkelabschätzung zwischen Kielrichtung und Kielwasserrichtung in Rechnung zu setzen, während das Flugzeug dieser Kraftkomponente widerstandslos preisgegeben ist. Doch möge gestattet sein, im folgenden das Wort »Abtrift« beizubehalten, bis ein besseres Wort dafür in Aufnahme gekommen ist.

Fig. 1.



Da im Elemente Wasser die Stromversetzung eines Schiffes im Vergleich zur eigenen Fahrtgeschwindigkeit relativ gering ist, so genügt es für die Seefahrt, durch Bestimmung des astronomischen Bestecks im Vergleich zum gegißten Ort alltäglich diese Stromversetzung als Zusatz in Rechnung zu setzen. Die nötigen Handhaben bieten außerdem die guten Karten der gesetzmäßigen Meeresströmungen, während wegen der starken Wechsel von Windgeschwindigkeit und -stärke in den Luftschichten wohl schwerlich die dortigen Verhältnisse kartographisch zur Darstellung gelangen werden; vorerst ermangelt diese Frage noch fast jeder praktischen Erfahrung.

In der Seefahrt sind nun zwei Methoden gebräuchlich, um solche Stromversetzungen zu bestimmen; sie beruhen auf dem Vergleich des durch Koppelung der gesteuerten Kurse durch das Wasser gefundenen gegißten Ortes mit dem wirklichen Schiffsort, der entweder (auf hoher See) durch astronomische Mittel oder (in der Nähe der Küste) durch terrestrische Messungen gefunden werden kann. Diese beiden Methoden werden auch der Luftschiffahrt die einzige Möglichkeit der Bestimmung von Windrichtung und -stärke geben. Das Folgende sei der terrestrischen Methode gewidmet, die, wie sich ergeben wird, im Pfadfinderkompaß für Luftschiffe und Flugzeuge das notwendige, aber auch vollständig ausreichende Instrument bereits besitzt.

Dieser Kompaß ist so eingerichtet, daß dem Beobachter es möglich ist, während der Fahrt den Winkel zu bestimmen, den die Fahrtrichtung mit der Kursrichtung (Fig. 1 Winkel x) einschließt. Man kann nämlich eine drehbare Scheibe auf dem Kompaßdeckel auf die am Erdboden erkennbare Fahrtrichtung einstellen und den »Abtrift«winkel auf der Gradteilung des Kompaßdeckels ablesen. Somit ist der in Fig. 1 angedeutete Winkel x als jeweils bestimmbar anzunehmen, wenn der Erdboden zu sehen ist.

Ferner wird es jederzeit möglich sein, die Eigengeschwindigkeit v des Flugzeuges als bekannt vorauszusetzen; diese kann bestimmt werden bei den Probefahrten des Flugzeuges und wird für die Flugzeuge, je nach Stärke und Anzahl der Motoren, eine bekannte Grundgröße bilden müssen. Mehr als diese beiden Zahlen für das fahrende Flugzeug als bekannt oder bestimmbar vorauszusetzen, ist einesteils nicht möglich, aber für das Folgende auch nicht nötig.

Es ist somit nach bekannten Grundsätzen der Geometrie nicht möglich, das Winddreieck aus diesen zwei Angaben nach allen Stücken aufzulösen, was hier besonders erwähnt werden mag, da viele populäre Darstellungen der Auffindung des »richtigen« Weges (Fahrt über Grund) eine dahingehende falsche Meinung zu erwecken scheinen. Es ist erforderlich, zu den beiden Angaben x und v noch eine dritte Größe als bestimmbar zu erhalten, die erst das Problem einer Lösung zuführen kann.

Die folgende Methode verlangt nun vom Flugzeugführer, während kurzer Zeit durch Wahl eines anderen Kurses, der mit dem vorher eingeschlagenen einen bestimmten Richtungsunterschied (α) hat, die Bestimmung einer zweiten Abtrift x zu ermöglichen.

Es bedeute in der nebenstehenden Fig. 2 ABC das erste, CDE das zweite auf diese Weise gewonnene Winddreieck. Der zweite Kurs CD ∥ BD' hat gegen den ersten AB den Richtungsunterschied α, so daß also das Flugzeug um diesen Winkel gegen den Wind aufgeluvt hat (Methode des Aufluvens). Es sei nun vorerst vorausgesetzt, daß die Beobachtungen in gleichen Zeitabschnitten stattfinden, dann ist AB = CD = v und bei Annahme konstanten Windes während der beiden Beobachtungen auch die Winde BC = DE und BC ∥ DE. Der Beobachtung durch den Pfadfinderkompaß werden dann die beiden »Abtriften« x_1 und x_2 zugänglich sein, und die Aufgabe besteht darin, die Windrichtung gegen die zweite Flugzeugrichtung, also den Winkel y, sowie den Wert w nach Größe zu erhalten.

Fig. 2.

Ist y die Windrichtung mit dem zweiten Kurs CD, so ist die Windrichtung gegen den ersten Kurs AB der Winkel $y - \alpha$, und es folgt:

aus Dreieck ABC: $$\frac{v}{w} = \frac{\sin(y - \alpha - x_1)}{\sin x_1} \quad \text{(1a)}$$

aus Dreieck CDE: $$\frac{v}{w} = \frac{\sin(y - x_2)}{\sin x_2} \quad \text{(1b)}$$

Demnach ist durch Gleichsetzung:

$$\frac{\sin(y - \alpha - x_1)}{\sin x_1} = \frac{\sin(y - x_2)}{\sin x_2} \quad (2)$$

woraus sich y aus den Werten x_1 und x_2 sowie aus α bestimmen läßt.

Man erkennt aus den Gleichungen, daß es nur auf das Verhältnis von $\frac{w}{v}$ ankommt, und daß es daher gleichgültig ist, ob die Beobachtungen von x_1 und x_2 in gleichen Zeitabschnitten, wie oben gefordert, oder auch nur in einem anderen dem Dreieck CDE ähnlichen Wind»stunden«dreieck angestellt wurden, so daß

an der oben angesetzten Forderung AB = CD nicht unbedingt festgehalten werden muß.

Durch Umformung der Gleichung (2) erhält man:

$$\operatorname{cotg} y = \frac{\cos(\alpha + x_1) - \operatorname{cotg} x_2 \sin x_1}{\sin(\alpha + x_1) - \sin x_1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

woraus sich y, also die Windrichtung gegen die zweite Flugzeugrichtung berechnen läßt. Welche Größe die geforderte Kursabänderung α haben soll, ist gleichgültig; die angefügte Tabelle 1 gibt unter den Eingängen x_1 und x_2 und unter Zugrundelegung eines Winkels $\alpha = 45°$ die Werte y. Es ist jedoch selbstverständlich ebensogut möglich, die Tabelle auch für irgendeinen Parameter α, der in der Praxis sich bewährt, zu berechnen.

Die Formel gestattet auch folgende Form:

$$\operatorname{cotg} y = \frac{\cos\alpha \cdot \operatorname{cotg} x_1 - \sin\alpha - \operatorname{cotg} x_2}{\sin\alpha \operatorname{cotg} x_1 + \cos\alpha - 1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3a)$$

Nachdem y berechnet ist, läßt sich die Windstärke w leicht aus einer der beiden Beziehungen (1a) oder (1b) bestimmen nach der Formel:

$$w = v \sin x_1 \operatorname{cosec}(y - x_1) \text{ oder } w = v \sin x_2 \operatorname{cosec}(y - \alpha - x_2) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$

Diese Werte w sind unter der Annahme $v = 1$ und für den Winkel $\alpha = 45°$ aus der zweiten Spalte der Tabelle 1 zu entnehmen; ist daher v dem absoluten Wert nach bekannt, so läßt sich w ebenfalls absolut bestimmen, wenn man den Tabellenwert aus der Spalte $\frac{w}{v}$ mit dem Wert von v multipliziert. Für die Einschlagung des gewünschten Kurses ist es übrigens gleichgültig, wie groß der absolute Wert von w ist, da hierbei nur das Verhältnis $\frac{w}{v}$ eine Rolle spielt; es würde sich lediglich in der Zeit bemerkbar machen, in der das Ziel früher oder später erreicht wird.

Die negativen Zahlwerte in der Eingangsspalte x_1 bedeuten, daß vor Kursänderung der Wind von der anderen Seite einkam als nach der Kursänderung.

Es ist somit ersichtlich, daß durch Bestimmung zweier Abtriften und einer dem Winkel nach bekannten Kursänderung es möglich ist, den Wind nach seiner Richtung und seiner zur Flugzeuggeschwindigkeit relativen Größe in Erfahrung zu bringen.

Wenn im Vorstehenden vom Winkel α angegeben wurde, daß es notwendig ist, gegen den Wind »anzuluven«, so soll damit nicht gesagt sein, daß diese Methode nicht auch ebensogut für einen »Abfall«winkel durchgeführt werden könnte; es käme in den Formeln (3) und (3a) nur auf einen Vorzeichenwechsel an.

Um eine graphische Darstellung dieser Verhältnisse zu ermöglichen, sei folgender Weg eingeschlagen: Auf einer x-Achse als Abszissenachse sei eine Funktion von x_1, auf einer dazu senkrechten Ordinatenachse eine Funktion von x_2 aufgetragen. Betrachtet man y oder cotg y als Parameter, so würde die Gleichung y = const. als einfachste Darstellung nach (3a) eine Geradenschar ergeben, wenn man auf der x-Achse $\operatorname{cotg} x_1$ und auf der Lotrechten dazu $\operatorname{cotg} x_2$ abtragen könnte, weil dann eine einfache lineare Beziehung zwischen den Variablen auftreten und die Linien gleicher Windrichtung y demnach Gerade würden. Dieser Weg ist jedoch deshalb nicht beschreitbar, weil dann der wichtige Anfangspunkt $x_1 = 0$, $x_2 = 0$ sich im Unendlichen abbilden würde; es sei daher folgender Weg eingeschlagen (siehe dazu Tafel 14):

Man setze:

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{cotg} x_1 &= \frac{1 - \operatorname{tg}(x_1 - 45°)}{1 + \operatorname{tg}(x_1 - 45°)} = \frac{1 - u}{1 + u}, \text{ wobei } u = \operatorname{tg}(x_1 - 45°) \\ \operatorname{cotg} x_2 &= \frac{1 - \operatorname{tg}(x_2 - 45°)}{1 + \operatorname{tg}(x_2 - 45°)} = \frac{1 - v}{1 + v}, \text{ wobei } v = \operatorname{tg}(x_2 - 45°) \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \; . \quad (5a)$$

dann geht Gleichung (3a) nach einigen Umformungen über in:

$$v = \frac{au + b}{cu + d}, \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

wobei

$$\left.\begin{aligned} a &= \cos(\alpha - y) - \sin(\alpha - y) - \cos y + \sin y \\ b &= \cos(\alpha - y) + \sin(\alpha - y) - \cos y + \sin y \\ c &= -\cos(\alpha - y) + \sin(\alpha - y) + \cos y + \sin y \\ d &= -\cos(\alpha - y) - \sin(\alpha - y) + \cos y + \sin y \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (6a)$$

In diesem Koordinatensystem bilden die Kurven gleicher Windrichtung gleichseitige Hyperbeln, die Linien gleicher Windstärke dagegen Kurven 4. Ordnung.

In der Praxis wird diese Darstellung (siehe Tafel 14) vom Flugzeugbeobachter in der Weise benützt, daß er den Schnittpunkt der Koordinaten x_1 und x_2 aufsucht und zwischen den benachbarten Linien der einen Kurvenschar die Windrichtung y und den nächsten Linien der anderen Kurvenschar die Windstärke abschätzt.

Für den Flugzeugführer kommt es nun in zweiter Linie darauf an, unter der eben ermöglichten Kenntnis von Windrichtung und -stärke den Kurs seines Flugzeuges zu finden, der ihn auf dem kürzesten Weg nach seinem Ziele bringt. Es wird für ihn insbesondere die Frage wichtig sein, welchen Winkel er gegen den Wind vorzuhalten hat, um von seinem in der Karte festgelegten Weg nicht abzutreiben, und ferner interessiert ihn die tatsächliche Fahrtgeschwindigkeit, mit der er sich seinem Ziele nähert. Das führt zu folgenden Berechnungen:

Aus dem bekannten Winddreieck (siehe Fig. 3) ergibt sich wieder unter Anwendung des Sinussatzes

$$\frac{\sin(y - x)}{\sin x} = \frac{v}{w}, \quad \text{oder} \quad \sin y \operatorname{cotg} x - \cos y = \frac{v}{w} \quad \text{oder} \quad \operatorname{cotg} x = \frac{v}{w} \operatorname{cosec} y + \operatorname{cotg} y \quad . \quad (7)$$

Mit Hilfe einer Gradtafel läßt sich x leichter berechnen, wenn man w in seine beiden Komponenten in der Flugzeugrichtung und senkrecht dazu zerlegt (siehe Fig. 3).

$$\left.\begin{aligned} q = w \sin y;\ p = w \cos y \\ \operatorname{tang} x = \frac{q}{v + p} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

Nach dieser Beziehung ist die erste Spalte der Tabelle 2 berechnet. Diese Spalte dient zur Kontrolle der aus Tabelle 1 bestimmten Windverhältnisse, nachdem das Flugzeug auf den beabsichtigten Kurs gelegt ist. In der zweiten Spalte findet sich neben dieser »Abtrift« der Vorhaltewinkel β, also der Winkel zwischen der gewünschten Fahrtrichtung und dem Kurs, den das Flugzeug einzuhalten hat, um unter Rücksichtnahme auf den errechneten Wind das Ziel auf dem kürzesten Wege zu erreichen. Dabei ist zu bedenken, daß die Geschwindigkeit v in die Flugzeugrichtung zu legen und der Winkel y als Winkel zwischen Zielrichtung und Wind anzusehen ist. Dann gilt (Fig. 4) für den Vorhaltewinkel β die Beziehung:

Fig. 3.

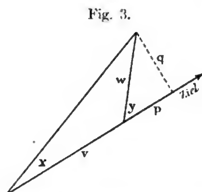
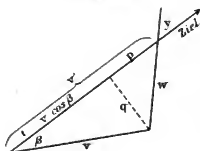


Fig. 4.



$$\sin \beta = \frac{w}{v} \sin y \quad \text{und} \quad \frac{v'}{v} = \sin(y + \beta) \operatorname{cosec} y \quad \ldots\ldots \quad (9)$$

oder unter Zugrundelegung der Zerlegung von w in seine Komponenten nach der ersten Zeile von (8):

$$\sin \beta = \frac{q}{v}; \quad \frac{v'}{v} = \cos \beta + \frac{p}{v} \quad \ldots\ldots \quad (10)$$

v' ist dabei die Geschwindigkeit, mit der sich das Flugzeug seinem Ziele nähert; dieser Wert $\frac{v'}{v}$ ist der dritten Spalte der Tabellenwerte zu entnehmen.

Ein Beispiel möge den Gebrauch der Tabellen 1 und 2 erläutern:

Ein Flugzeug mit der Eigengeschwindigkeit v = 120 km/st. soll von Hamburg ($\varphi = 53^\circ\ 33'$ N, $\lambda = 9^\circ\ 58'$ O) aufsteigen und Leipzig ($\varphi = 51^\circ\ 20^\circ$ N, $\lambda = 12^\circ\ 23'$ O) erreichen; die Wetterlage läßt südliche Winde erwarten. Welche Kurse hat das Flugzeug zu halten?

Die gewöhnliche Koppelkursrechnung ergibt folgende Grundaufstellung:

Abfahrtsort: $\varphi = 53^\circ\ 33'$ N,	$\lambda = 9^\circ\ 58'$ O	
Zielort: $\varphi = 51^\circ\ 20'$ N,	$\lambda = 12^\circ\ 23'$ O	
$b = -2^\circ\ 13'$	$l = +2^\circ\ 25'$	
$= -133'$	$= +145'$	$a = +86.5$ sm

$$\tan \alpha = -\frac{86.5}{133} = 147^\circ,\ 159 \text{ sm}.$$

Demnach ist gewünschte Fahrtrichtung und Distanz: **147°, 294 km.**

Nachdem das Flugzeug aufgestiegen ist, hat es die Aufgabe, die Einwirkung des Windes zu bestimmen. Um die Tabelle 1 benützen zu können, schlägt es daher zwei um 45° verschiedene Kurse ein, am besten also einen ersten Kurs von 147° — 45° = 102°, um bei der zweiten Flugrichtung, nachdem es um 45° gegen den Wind aufgeluvt hat, auf dem Kurse 147° sich seinem Ziele sogleich nähern zu können. Auf dem Kurse 102° wird durch den Pfadfinderkompaß eine »Abtrift« $x_1 = 20^\circ$, auf dem Kurse 147° eine »Abtrift« $x_2 = 12^\circ$ festgestellt. Tabelle 1 gibt also $y = -154^\circ$, $w : v = 0.35$ (y ist negativ zu rechnen, da der Wind von Steuerbord einkommt). Die Rechnung gestaltet sich folgendermassen weiter:

2. Flugzeugrichtung =	147°
y =	— 154°
Windrichtung =	353°

Windstärke $w = v \cdot 0.35 = 120 \cdot 0.35 = 42$ km/st Windrichtung aus Süd.

Die Kontrollrechnung gibt aus Tabelle 2 mit den Eingängen $y = 154$, $w : v = 0.35$ die »Abtrift« $x = 12^\circ$, was mit der zweiten Beobachtung übereinstimmt; dieselbe Tabelle ergibt nun mit denselben Eingängen den Vorhaltewinkel $\beta = +9^\circ$, der mit y in entgegengesetzter Richtung zu rechnen ist; daraus ergibt sich die Rechnung:

beabsichtigte Fahrtrichtung =	147°
Vorhaltewinkel β =	+ 9°
Flugzeugrichtung (Kurs) =	156°

$v' : v = 0{,}67$, demnach Geschwindigkeit in der Fahrtrichtung: $v' = v \cdot 0.67 = 120 \cdot 0.67 = 80$ km/st., das Ziel wird demnach in 294 : 80 st. = 3.7 Stunden erreicht werden.

Zur Kontrolle kann noch einmal die Abtrift aus Tabelle 2 bestimmt werden:

Flugzeugrichtung =	156°
Wind =	353°
y =	— 163°

w : v (wie vorher) = 0.35. Mit diesen Eingängen bestimmt sich aus der ersten Spalte der Tabellenwerte

Abtrift x =	— 9°
Flugzeugrichtung =	156°
Fahrtrichtung =	147°,

wie erzielt werden sollte.

Eine fortgesetzte Kontrolle wird es ermöglichen, diese Abtrift von 9° nach dem Erdboden immer festzustellen. Sollte sie sich wesentlich geändert haben, so wird eine zweite Windbestimmung notwendig werden, die am besten so ausgeführt wird, daß das Flugzeug auf kurze Zeit die Flugrichtung um $\frac{45^\circ}{2}$ ändert, also zuerst abfällt und dann um denselben Winkel wieder aufluvt. Es wird sich demnach empfehlen, diese Abtriftbestimmungen in vorliegendem Beispiel auf den Kursen 124° und 169° vorzunehmen. Bemerkt sei noch, daß diese Kursabschwenkungen keine lange Zeit in Anspruch nehmen, sondern nur solange vorgenommen werden müssen, bis die Abtrift erkannt und eingestellt ist, was in wenigen Minuten geschehen ist. Nur muß während dieser Zeit der Flugzeugführer den angewiesenen Kurs möglichst einhalten.

Tabelle 1. Zur Bestimmung der Windrichtung und -stärke nach der »Methode des Aufluvens« bei einem Aufluvwinkel von $\alpha = 45°$ aus der ersten (x_1) und zweiten (x_2) »Abtrift«.

$x_2 =$ / $x_1 =$	0°		2°		4°		6°		8°		10°		15°		20°		25°		30°		35°		40°		45°		50°		55°		60°	
	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$	y	$\frac{w}{v}$
○	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
— 10	180	*0.30*	7	*0.37*	11	*0.50*	17	*0.56*	20	*0.67*	22	*0.80*	27	*1.24*	30	*1.97*	32	*3.5*														
— 8	180	*23*	9	*29*	15	*37*	19	*46*	22	*56*	25	*67*	29	*1.04*	33	*1.52*	34	*2.7*														
— 6	180	*17*	11	*22*	18	*29*	22	*37*	26	*46*	28	*56*	32	*0.87*	35	*1.32*	36	*2.2*														
— 4	180	*11*	15	*16*	23	*22*	27	*29*	30	*37*	32	*45*	36	*76*	38	*1.11*	39	*1.75*	40	*2.9*												
— 2	180	*05*	22	*10*	32	*17*	34	*22*	36	*29*	38	*39*	40	*64*	41	*0.96*	42	*1.45*	42	*2.4*	44	*3.6*										
0			45	*05*	45	*11*	45	*17*	45	*23*	45	*30*	45	*52*	45	*81*	45	*1.24*	45	*1.93*	45	*3.3*										
2	180	*05*	114	*04*	75	*07*	63	*13*	58	*18*	54	*24*	52	*42*	50	*68*	49	*1.04*	48	*1.62*	48	*2.6*										
4	180	*09*	153	*07*	117	*08*	91	*10*	77	*15*	70	*20*	60	*37*	55	*63*	54	*0.87*	52	*1.33*	51	*2.1*	50	*3.7*								
6	180	*13*	164	*11*	142	*10*	119	*11*	100	*14*	87	*18*	70	*32*	62	*53*	59	*75*	56	*1.14*	54	*1.76*	53	*2.9*								
8	180	*17*	169	*16*	155	*14*	138	*14*	121	*15*	107	*17*	83	*28*	70	*46*	65	*67*	61	*0.97*	59	*1.41*	57	*2.2*								
10	180	*21*	172	*20*	161	*18*	149	*17*	136	*18*	122	*19*	97	*26*	79	*41*	73	*57*	66	*73*	63	*1.22*	60	*1.9*	58	*3.1*						
15	180	*30*	175	*29*	169	*28*	163	*27*	156	*26*	148	*26*	128	*28*	106	*33*	96	*44*	85	*61*	78	*0.84*	72	*1.21*	68	*1.8*	65	*3.0*				
20	180	*38*	177	*37*	173	*37*	169	*36*	164	*35*	160	*35*	147	*35*	130	*37*	119	*42*	107	*51*	97	*65*	89	*0.85*	82	*1.18*	76	*1.75*	72	*2.8*		
25	180	*45*	177	*44*	175	*44*	172	*43*	169	*43*	166	*43*	157	*42*	145	*43*	137	*46*	127	*50*	117	*58*	107	*70*	99	*0.87*	92	*1.14*	84	*1.69*	79	*2.7*
30	180	*52*	178	*51*	176	*51*	174	*50*	172	*50*	170	*50*	164	*50*	156	*50*	150	*52*	143	*54*	134	*58*	126	*64*	118	*74*	108	*0.90*	102	*1.12*	94	*1.55*
35	180	*58*	179	*58*	177	*58*	176	*58*	174	*57*	172	*57*	168	*57*	163	*57*	159	*59*	153	*60*	147	*62*	141	*66*	134	*71*	127	*79*	119	*0.91*	111	*1.12*
40	180	*65*	179	*64*	178	*64*	177	*64*	175	*64*	174	*64*	171	*64*	167	*64*	165	*66*	161	*66*	157	*68*	152	*69*	148	*72*	143	*77*	136	*83*	129	*0.93*
45	180	*70*	179	*70*	178	*70*	177	*70*	177	*70*	176	*71*	174	*71*	171	*71*	169	*72*	166	*72*	164	*74*	161	*75*	158	*77*	153	*79*	149	*82*	144	*87*
50	180	*77*	179	*77*	179	*77*	178	*77*	178	*77*	177	*77*	176	*•78*	174	*78*	172	*78*	171	*80*	169	*80*	167	*81*	165	*82*	162	*83*	160	*85*	157	*87*
55	180	*83*	179	*83*	179	*83*	179	*83*	178	*84*	178	*84*	177	*84*	177	*85*	175	*85*	174	*85*	173	*86*	172	*87*	171	*87*	169	*86*	168	*89*	166	*90*
60	180	*0.90*	180	*0.90*	180	*0.90*	179	*0.90*	179	*0.90*	179	*0.91*	178	*0.91*	178	*0.91*	177	*0.91*	177	*0.91*	176	*0.91*	175	*0.91*	174	*0.91*	174	*0.92*	173	*0.93*	173	*0.94*

Der Tabellenwert y gibt den Winkel der Windrichtung (Richtung, wohin der Wind weht) mit der zweiten Flugrichtung;
y rechnet +, wenn die Abtrift rechtsherum (nach Steuerbord) erfolgt,
und —, « « « linksherum (« Backbord) « .

Der Tabellenwert $\frac{w}{v}$ ist das Verhältnis von Windgeschwindigkeit zur Eigengeschwindigkeit des Flugzeuges.

Tabelle 2. Zur Bestimmung der »Abtrift« x_1, des zugehörigen Vorhaltewinkels β und der erzielten relativen Fahrtgeschwindigkeit v' auf dem beabsichtigten Wege aus der aus Tabelle 1 gefundenen Windrichtung und -stärke.

$\frac{w}{v}$ = / y =	0.1			0.2			0.3			0.4			0.5		
	x	β	$\frac{v'}{v}$	x	β	$\frac{v'}{v}$	x	β	$\frac{v'}{v}$	x	β	$\frac{v'}{v}$	x	β	$\frac{v'}{v}$
°	°	°		°	°		°	°		°	°		°	°	
0	0	0	*1.10*	0	0	*1.20*	0	0	*1.30*	0	0	*1.40*	0	0	*1.50*
5	0	1	*1.10*	1	1	*1.20*	1	2	*1.30*	1	2	*1.40*	2	3	*1.50*
10	1	1	*1.10*	2	2	*1.19*	2	3	*1.29*	3	4	*1.39*	3	5	*1.49*
15	1	1	*1.10*	2	3	*1.19*	3	4	*1.29*	4	6	*1.38*	5	7	*1.48*
20	2	2	*1.09*	3	4	*1.19*	5	6	*1.28*	6	8	*1.37*	7	10	*1.46*
25	2	3	*1.09*	4	5	*1.18*	6	7	*1.26*	7	10	*1.35*	8	12	*1.43*
30	3	3	*1.09*	5	6	*1.17*	7	9	*1.24*	8	12	*1.33*	10	14	*1.40*
35	3	3	*1.08*	6	7	*1.16*	8	10	*1.23*	10	13	*1.30*	11	17	*1.37*
40	3	3	*1.08*	6	7	*1.15*	9	11	*1.21*	11	15	*1.27*	13	19	*1.33*
45	4	4	*1.07*	7	8	*1.14*	10	12	*1.19*	12	16	*1.22*	15	21	*1.29*
50	4	4	*1.06*	8	9	*1.12*	11	13	*1.16*	14	18	*1.20*	16	23	*1.24*
55	4	5	*1.05*	8	9	*1.10*	12	14	*1.14*	15	19	*1.18*	18	24	*1.20*
60	5	5	*1.05*	9	10	*1.09*	13	15	*1.12*	16	20	*1.14*	19	26	*1.15*
65	5	5	*1.04*	9	10	*1.07*	14	16	*1.09*	17	21	*1.10*	20	27	*1.10*
70	5	5	*1.03*	10	11	*1.05*	14	16	*1.06*	18	22	*1.06*	22	28	*1.05*
75	5	6	*1.02*	10	11	*1.03*	15	17	*1.03*	19	23	*1.03*	23	29	*1.00*
80	5	6	*1.01*	11	11	*1.02*	16	17	*1.01*	20	23	*0.99*	24	29	*0.96*
85	6	6	*1.00*	11	11	*1.00*	16	17	*0.98*	21	24	*0.95*	25	30	*0.91*
90	6	6	*1.00*	11	12	*0.98*	17	17	*0.95*	22	24	*0.92*	26	30	*0.87*
95	6	6	*0.99*	11	11	*0.96*	17	17	*0.93*	22	24	*0.88*	27	30	*0.82*
100	6	6	*0.98*	12	11	*0.94*	17	17	*0.90*	23	23	*0.85*	28	29	*0.78*
105	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

$\frac{w}{v}$ = / y =	0.6			0.7			0.8			0.9			1.0		
	x	β	$\frac{v'}{v}$	x	β	$\frac{v'}{v}$	x	β	$\frac{v'}{v}$	x	β	$\frac{v'}{v}$	x	β	$\frac{v'}{v}$
°	°	°		°	°		°	°		°	°		°	°	
0	0	0	*1.60*	0	0	*1.70*	0	0	*1.80*	0	0	*1.90*	0	0	*2.00*
5	2	3	*1.60*	2	4	*1.69*	2	4	*1.79*	2	5	*1.89*	2	5	*1.99*
10	4	6	*1.59*	4	7	*1.68*	4	8	*1.78*	5	9	*1.87*	5	10	*1.97*
15	6	9	*1.57*	6	10	*1.65*	7	12	*1.75*	7	13	*1.84*	8	15	*1.93*
20	7	12	*1.52*	8	14	*1.62*	9	16	*1.70*	9	18	*1.80*	10	20	*1.88*
25	9	15	*1.50*	10	17	*1.57*	11	20	*1.65*	12	22	*1.74*	13	25	*1.81*
30	11	17	*1.47*	12	20	*1.54*	13	24	*1.59*	14	27	*1.67*	15	30	*1.73*
35	13	20	*1.43*	14	24	*1.50*	15	27	*1.55*	17	31	*1.59*	17	35	*1.64*
40	15	22	*1.39*	16	27	*1.44*	18	31	*1.47*	19	35	*1.50*	20	40	*1.53*
45	17	25	*1.33*	18	30	*1.37*	20	35	*1.38*	21	39	*1.41*	22	45	*1.41*
50	18	27	*1.27*	20	32	*1.31*	22	38	*1.30*	24	44	*1.30*	25	50	*1.28*
55	20	29	*1.21*	22	35	*1.22*	24	41	*1.21*	26	48	*1.19*	28	55	*1.15*
60	22	31	*1.15*	24	37	*1.15*	26	44	*1.12*	28	51	*1.08*	30	60	*1.00*
65	23	33	*1.09*	26	39	*1.09*	29	47	*1.02*	31	55	*0.96*	33	65	*0.85*
70	25	34	*1.02*	28	41	*1.00*	31	49	*0.93*	33	58	*0.84*	35	70	*0.68*
75	27	35	*0.97*	30	42	*0.92*	33	51	*0.83*	35	60	*0.73*	37	75	*0.52*
80	28	36	*0.91*	31	43	*0.85*	35	52	*0.76*	38	62	*0.62*	40	80	*0.35*
85	30	37	*0.86*	33	44	*0.78*	37	53	*0.67*	40	64	*0.52*	42	85	*0.17*
90	31	37	*0.80*	35	45	*0.71*	39	53	*0.60*	42	64	*0.43*	45	90	*0.00*
95	32	37	*0.75*	37	44	*0.66*	41	53	*0.53*	44	64	*0.36*	48		
100	33	36	*0.70*	38	43	*0.60*	42	52	*0.48*	46	62	*0.31*	50		
105	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Für
Kur
Zur
Auf erstere
Aus Tabell

also annäh
Mit
trift x = :
haltewinke

v' = v · 1.4
= 1.8 Stun

In
trift + 15,

was erreic
Ben
Winkel y
gerichtet i
Dies
fern von g
strömung
Pilotballon
Vorteil, we
Dienst der
Beobachtu
der Windg
Zus
nur über
Methode j
zogen ist;
astronomis
Landmark
misch bes
können. I
einigermal
auch auf
werden ka

den Rückweg würde sich die Rechnung folgendermaßen gestalten:
s und Distanz: 327°, 294 km.
Abtriftbestimmung dienen bei Backbordwind die Kurse 12° und 327°.
›m sei $x_1 = -5°$ (also Abtrift nach Backbord), auf letzterem $x_2 = 10°$.
le 1 ist zu entnehmen $y = +30°$; $w : v = 0{,}50$.

Flugzeugrichtung = 327°
y = + 30°
Windrichtung = 357°,

ernd Süd. Winstärke $w = 0{,}50 \cdot 120 = 60$ km/st.
diesen Tabellenwerten als Eingang ergibt die Tabelle 2 für die Ab-
10°, was mit der beobachteten Zahl $x_2 = 10°$ übereinstimmt, den Vor-
l $\beta = -14°$, $v' : v = 1.40$. Die Rechnung gestaltet sich:

beabsichtigte Fahrtrichtung = 327°
Vorhaltewinkel β = — 14°
Flugzeugrichtung = 313°

0 = 120 · 1.40 = 168 km/st., das Ziel wird demnach erreicht in 294 : 168
ıden.

Kontrolle: Windrichtung = 357°
Flugrichtung = 313°
y = + 44°

Tabelle 2 mit $y = +44°$ und $w : v = 0{,}50$ eingegangen, gibt jetzt Ab-
demnach:

Flugrichtung = 313°
Abtrift = + 15°
Fahrtrichtung = 328°,

ht werden sollte.
ıerkt sei noch, daß bei der vorliegenden Methode der Wind durch den
nach der Flugzeugrichtung, nicht nach den Himmelsrichtungen aus-
st, was für das Rechnen bequemer ist.
se Methode der Windrichtungs- und -stärkebestimmung dürfte auch inso-
größerem Nutzen sein, als sie ein Mittel an die Hand gibt, die Luft-
gen in den oberen Schichten zu ergründen, was bisher nur durch
s und Drachenaufstiege möglich war. Es wäre insofern ein großer
eil in dieser Weise das Flugzeug als bewegliches Instrument in den
Wissenschaft treten könnte, und ein viel reichlicheres Material von
ngen ermöglicht würde, deren statistische Auswertung der Kenntnis
gesetze in höheren Schichten von erheblichem Nutzen werden könnte.
ammenfassend sei noch ei‑mal darauf hingewiesen, daß diese Methode
Land, und soweit der E‑dboden sichtbar ist, brauchbar ist, daß die
edoch versagt, wenn ‑ ‑ Erdboden den Blicken des Beobachters ent-
in diesem Falle m‑ß die Windbestimmung in gleicher Weise sich
ıcher Mittel bedienen, wie auch die Stromberechnung auf See, wo keine
en zur Verfügung stehen, nur aus Vergleichen gegißter und astrono-
timmter Schiffsorte, also aus Besteckversetzungen errechnet werden
Immerhin könnte durch Anwendung dieser »Methode des Aufluvens«
ßen einwandfreies Erfahrungsmaterial gesammelt werden, das dann
die Verhältnisse über See, in Wolken oder über Wolken verwertet
nn.

Die unperiodischen Schwankungen des Luftdrucks und Regens im Tropengebiet des Atlantischen Ozeans.

Von Dr. **Anton Hackenbroich.**

(Hierzu Tafeln 15, 16, 17, 18.) (Schluß.)

II. Luftdruck und Winde der Subtropen und Tropen des Atlantischen Ozeans.

Die im I. Teil dargelegten Schwankungen des Regenfalles sollen jetzt im Zusammenhang mit der Luftdruckverteilung über dem betrachteten Gebiete betrachtet werden. Die Luftdruckbeobachtungen an Stationen in der atlantischen Tropenzone sind spärlich. Deshalb wurden die Monatsisobarenkarten für den Nordatlantischen Ozean zu Hilfe genommen[1]).

Für das tropische Gebiet Afrikas sind die Luftdruckmittelwerte der Landstationen aus dem brauchbaren Material durch Hann ausgewertet worden[2])[3]).

Für einige Schnittpunkte von Parallelkreisen und Meridianen (Seestationen) habe ich die Mittelwerte nach den erwähnten Monatsisobarenkarten abgeleitet, ferner wurden die Mittelwerte von P. Delgada, Mogador und den Stationen Südamerikas neu berechnet. Unter den abgeleiteten Mittelwerten der Seestationen wurden zum Vergleich die 20jährigen Mittelwerte (1870 bis 1889) derselben Station nach Rung mitgeteilt[4]).

(Alle Angaben sind reduziert auf NN und 45° Br.)

Station	φ	Beob. Jahre	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
I. Östliche Hälfte des Atlantischen Ozeans.															
			700 +												700 +
P. Delgada	37.8° N	35	66.1	65.3	65.1	65.3	65.7	67.5	**68.4**	67.0	65.9	64.5	64.4*	65.6	65.9
Mogador	31.5° N	12	**66.2**	64.9	62.7	62.1	61.9	62.5	61.6*	62.4	62.1	62.1	63.0	65.1	63.0
Kanaren	28° N	10	**66.1**	64.8	63.6	64.0	64.2	64.7	64.1	63.7	64.0	63.6*	64.3	65.2	64.3
Kapverden	16° N	8	60.5	60.1	60.4	60.1	60.4	**60.9**	60.0	58.9	59.3*	59.5	59.7	60.0	60.0
10° N, 30° W	10° N	27	60.1	60.2	60.0	60.3	60.6	**61.0**	60.9	59.6	59.6	59.2	59.1*	59.7	60.2
10° N, 30° W Rung	10° N	20	60.4	60.3	60.4	60.6	60.7	**61.3**	60.7	59.5	59.6	59.2	59.0*	60.0	60.1
St. Louis	16° N	10	**60.0**	59.6	58.6	58.5	58.8	59.4	59.2	58.6	58.6	58.5	58.5*	59.5	59.0
Sierra Leone	8.5° N	8	58.1*	58.1	58.1	58.2	58.5	59.0	60.3	**60.5**	59.7	59.1	58.3	57.9	58.9
Goldküste	4.9° N	12	58.1	57.4*	57.5	57.6	58.5	60.4	**61.2**	60.8	59.9	58.8	58.2	57.8	58.8
Kamerun	4° N	8	56.7	56.7*	56.7	57.1	58.1	59.4	**60.0**	60.0	59.0	57.9	57.4	57.1	58.0
St. Thomé u. Gabun	0.3° N	11	57.6	57.3	57.2*	57.3	58.2	60.0	**60.9**	60.4	59.6	58.6	57.7	57.5	58.5
Kongo-Mündung	5.6° S	4	58.0	57.7*	57.8	58.1	58.9	60.9	**62.0**	61.7	60.4	59.5	58.6	58.1	59.3
Loanda	8.8° S	11	58.5	58.0*	58.0	58.2	59.4	61.0	**62.2**	61.7	61.1	59.5	58.4	58.4	59.5
Walfischbai	22.9° S	6	59.1*	59.2	59.1	60.1	61.9	63.5	**64.3**	63.7	62.4	61.0	60.3	59.9	61.2
P. Noloth	29.2° S	3	59.7*	59.8	59.9	61.8	63.6	64.8	**66.5**	65.2	64.4	62.6	61.5	61.1	62.6
II. Westhälfte des Atlantischen Ozeans.															
30° N, 40° W	30° N	27	65.7	65.6	64.8	66.5	66.6	67.5	**68.1**	66.8	65.7	64.5*	65.2	66.2	66.1
30° N, 40° W Rung	30° N	20	65.5	65.1	64.7	66.3	66.3	67.6	**69.1**	67.0	65.7	64.7*	65.1	66.5	66.1
Bermuda	32.3° N	32	64.9	64.4	63.0	63.0	63.5	[illegible]	**65.1**	64.1	63.3	62.4*	63.4	64.3	63.8
Pt. au Prince	18.6° N	9	61.5	**61.9**	61.3	61.0	60.2	61.0	[illegible]	60.5	59.4	58.8*	59.5	60.6	60.6
P. Rico[4])	18.8° N	10	**62.2**	61.5	61.5	60.7	60.3	61.5	[illegible]	60.4	59.6	58.7*	59.2	61.0	60.7
Nassau Bahamas[4])	25.4° N	7	**64.6**	64.1	63.3	63.0	61.3	62.7	[illegible]	62.3	61.6	61.0*	62.3	63.5	62.7
10° N, 50° W	10° N	27	60.5	60.9	60.7	60.8	60.9	**61.4**	61.3	59.8	60.5	59.7	59.5*	59.9	60.5
10° N, 50° W Rung	10° N	20	60.8	60.7	60.9	60.8	61.0	61.4	**61.5**	60.4	60.0	59.6*	58.8	60.0	60.5
Cayenne	5° N	2	58.2	59.1	59.0	59.2	59.1	60.3	**60.3**	59.7	59.4	58.1	58.0	57.7*	59.1
Para	1.5° S	8	57.7	58.4	57.8	58.1	58.7	59.6	**59.6**	59.4	59.1	58.3	57.3	57.6*	58.5
Recife	8° S	7	59.6	59.7	59.2*	59.2	60.1	61.7	62.2	**62.3**	61.7	60.6	59.8	59.6	60.5

Aus diesen Zahlen ist folgendes zu entnehmen: Der jährliche Gang des Barometers zeigt bei den Stationen P. Delgada, 30° N 40° W, Bermuda ein Maximum

[1]) Synoptische Wetterkarten. Herausgegeben von der Deutschen Seewarte und dem dänischen meteorol. Institut.

[2]) J. Hann, Lehrb. d. Klimatologie, 3. Aufl., II. Bd., S. 37. Zur Beseitigung der Unstimmigkeiten hat Hann Korrektionen angebracht.

[3]) J. Hann, Beiträge zur Kenntnis der Verteilung des Luftdrucks auf der Erdoberfläche. Met. Zeitschr. 1886, S. 111.

[4]) G. Rung, Répartition de la Pression Atmosphérique sur l'Océan Atlantique Septentrional 1894. Kopenhagen.

im Juli, ein Minimum im Oktober—November; die Stationen, die einige Grad südlich liegen, auf der amerikanischen Seite sogar noch Port au Prince, zeigen im Juni—Juli nur ein sekundäres Maximum des Luftdrucks, das Hauptmaximum liegt im Monat Januar, in dem die zuerst genannten Stationen ein sekundäres Maximum aufweisen.

Diese Erscheinung steht in Zusammenhang mit der jährlichen periodischen Verlagerung des Roßbreitenmaximums. Im Nordwinter ist der Kern des höchsten Luftdrucks südlich gelagert. In den südlicher gelegenen Stationen bis zum südhemisphärischen Maximum ist der Verlauf der jährlichen Luftdruckkurve ein einfacher, ein Maximum im Juli, ein Minimum im November—Januar.

Die Stelle des niedrigsten Luftdruckes im Beobachtungsgebiet haben wir wahrscheinlich stets nördlich des Äquators, ziemlich sicher auf der Ostseite des Atlantischen Ozeans in etwa 4° N-Br. im Dezember—Januar, auf der Westseite in Höhe des Äquators in denselben Monaten.

Die Luftdruckdifferenz Kanaren—Kamerun wird am größten im Januar mit 9.4 mm, am kleinsten im August mit 3.7 mm.

Auf der amerikanischen Seite hat Para gemäß den vorliegenden Zahlen meist den geringsten Luftdruck, in der zweiten Jahrhälfte aber auch Cayenne. Die Differenz 30° N 40° W — Cayenne ist am größten im Dezember mit 8.5 mm und im Juli mit 7.8 mm, am kleinsten im März mit 5.8 mm. Bemerkenswert ist das Verhalten der See- und Landstationen an der Ostseite des Atlantischen Ozeans gleicher Breitenlage. Die Seestationen zeigen einen etwas höheren Luftdruck als die Landstationen. So ist die Differenz 10° N-Br., 30° W-Lg. — St. Louis (16° N-Br.):

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.
+ 0.1	+ 0.6	+ 1.4	+ 1.8	+ 1.8	+ 1.6	+ 1.6	+ 1.0	+ 1.0	+ 0.7	+ 0.6	+ 0.2

Tatsächlich laufen die Isobaren an der Westküste Nordafrikas unter einem spitzen Winkel gegen die Breitekreise, während sie auf dem mittleren und westlichen Teil des Tropengebiets des Atlantischen Ozeans ihnen mehr parallel laufen. Aus diesen Differenzen ergibt sich, daß der Passat in den Monaten mit großen Differenzen eine stärkere nördliche Komponente haben muß als in jenen mit kleinen, wo er mehr westwärts gerichtet ist.

Die mittleren Schwankungen des Luftdrucks.

Die mittlere Schwankung des Luftdruckes hat Brockmöller[1]) für die ganze Erde rechnerisch und graphisch dargestellt.

Als Maß nahm er nach der Methode von Kämtz und Köppen das Mittel der Differenzen des höchsten und niedrigsten Barometerstandes eines jeden Monats. Für unser Gebiet hat Brockmöller folgende Stationen verwandt und nachstehende Werte berechnet:

Die monatlichen Barometerschwankungen.

Station	φ	Jahre	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
P. Delgada . .	37° 45′ N	1896/05	26.2	25.3	24.7	21.0	17.3	14.8	12.0	10.5*	15.2	18.8	21.1	**27.4**	19.5
Mogador . .	31° 31′ N	1896/05	**18.9**	14.4	14.5	10.4	10.1	6.2*	6.8	6.6	7.8	11.5	13.6	14.8	11.4
S. Vincent . .	16° 54′ N	1896/05	6.3	6.0	5.9	5.4	5.2	5.0*	5.7	6.3	5.6	5.6	5.5	**8.7**	6.0
St. Louis . .	16° 2′ N	1896/03	7.1	**8.6**	6.1	5.3	5.8	5.6	5.8	5.4*	6.3	5.6	5.6	6.7	6.2
Porto Novo .	6° 28′ N	1896/97, 1900/05	**7.1**	6.3	6.8	5.6	5.9	5.5	5.2	4.8*	5.5	5.8	5.9	6.4	5.9
Duala . . .	4° 2′ N	1888/92	5.6	5.9	5.8	5.1	5.5	5.4	4.8	4.6*	4.7	5.3	6.0	**6.2**	5.4
Sibange Farm	0° 25′ N	1880/95	5.6	6.2	5.7	**6.3**	5.3	4.3	4.6*	5.4	4.8	5.3	4.8	5.1	5.3
Loanda . . .	8° 49′ N	1902/04	6.4	**7.1**	6.5	6.4	6.2	6.1	5.7*	6.1	6.1	6.8	6.3	6.3	6.4
St. Helena . .	15° 55′ N	1841/45	5.0	4.8	4.2	4.8	5.5	5.1	4.2*	5.2	4.7	5.3	**5.5**	4.5	4.9
Swakopmund .	22° 42′ N	1899/03	6.0*	7.2	7.2	7.6	7.3	**8.5**	7.3	7.9	7.8	7.6	6.3	7.3	7.3

[1]) W. Brockmöller, Die geogr. Verbreitung der monatl. Barometerschwankung. Diss. Kiel 1912, Archiv der Deutschen Seewarte Hamburg 1912.

Station	φ	Jahre	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Bermuda . .	32° 20′ N	1896/05	**21.6**	19.6	19.8	17.8	13.5	10.7	8.6	8.1*	10.4	13.5	17.0	19.1	15.0
Key West . .	14° 36′ N	1896/05	5.7	5.1	6.2	5.3	5.3	4.9*	4.8	5.9	6.1	**6.4**	6.3	6.1	8.9
Port of Spain	10° 35′ N	1899/01	**4.3**	3.6	4.3	3.8	4.3	3.8	3.3*	4.3	5.1	**5.6**	4.0	4.0	4.2
Paramaribo .	5° 44′ N	1896/04	4.8	4.7	4.2*	4.7	5.0	4.9	4.6	5.3	5.2	**6.0**	5.0	5.3	5.0
Para	1° 27′ S	1904/06	4.3	4.6	4.6	4.9	4.8	4.8	4.1*	4.1	4.4	4.2	**5.2**	4.3	4.5
Pernambuco .	8° 4′ S	1905/07	4.3*	4.7	4.6	4.9	5.0	4.7	5.8	4.9	5.8	**6.2**	5.4	5.0	5.1
Usina de Anca	16° 58′ S	1898/01	6.7	5.6*	8.6	7.8	7.1	8.6	8.5	10.2	**11.2**	9.8	9.1	9.6	9.4
Rio de Janeiro	22° 54′ S	1901/07	11.6	10.4*	10.4	12.5	12.3	12.9	13.4	**14.9**	13.8	14.7	13.7	12.6	12.8

Aus diesen Zahlen folgt eine starke Veränderlichkeit des Luftdruckes innerhalb des Roßbreitenmaximums. Im nordatlantischen Hochdruckgebiet sind die Luftdruckwerte der Monate Dezember—Januar auffällig schwankend. Das Minimum der Luftdruckschwankung liegt im Juli—August, also in den Monaten, wo der Luftdruck am höchsten ist.

Nach Süden zu nehmen die Oszillationen des Barometers ab (die Inselstationen zeigen geringere Schwankungen als die in gleicher Breite befindlichen Festlandstationen), erreichen in der äquatorialen Luftdruckfurche ihren kleinsten Wert und nehmen dann weiter südwärts wieder zu. Im südhemisphärischen Roßbreitengebiet zeigen aber nun die Monate Juni—Juli die maximalen Ausschläge, Januar—Februar die kleinsten Schwankungen.

Im nordatlantischen Roßbreitenmaximum haben wir das Maximum der Schwankung im Dezember—Januar, das Minimum im Juli—August. Im südatlantischen Roßbreitenmaximum haben wir das Maximum im Juni—August, das Minimum im Januar—Februar.

In der äquatornahen Zone zeigen die Stationen eine doppelte Periode der Luftdruckschwankung; dabei kann man eine Hauptperiode und eine kleine Periode unterscheiden. Die Hauptperiode der Stationen der Nordhemisphäre und der Stationen am Äquator der Südhemisphäre weist den Gang der Schwankung des Luftdrucks im nordatlantischen Roßbreitengebiet auf. Die kleinere Periode lehnt sich an die Periode der Luftdruckschwankung im südatlantischen Roßbreitengebiet an. Umgekehrt ist das Verhalten der Stationen der Südhemisphäre.

Im allgemeinen kann man sagen, die Wintermonate bzw. die Herbstmonate auf der Nordhemisphäre sind Monate maximaler Schwankung. Nur die südhemisphärischen Stationen, insbesondere in Südamerika, wie Pernambuco, Para, haben im Frühling hohe Schwankungen, während der Herbst ruhiger ist. Diesen Typus zeigt selbst noch Paramaribo, indem dort zur Zeit des Nordwinters ein Minimum der Luftdruckschwankung liegt, das zweite Minimum liegt Anfang des Nordsommers. Brockmöller kommt bei seinen Untersuchungen zu folgendem Resultat: „Während Sommer und Winter in mittleren und höheren Breiten als extreme Jahreszeiten auch extreme Schwankungen aufweisen, gleichen diejenigen der Übergangszeiten Frühling und Herbst einander nahezu. Der Herbst kann eine höhere Schwankung haben als der Frühling und zeigt sich dann dem Winter verwandt, oder das Umgekehrte findet statt. Dann gesellt sich der Frühling zum Winter und der Herbst ähnelt mehr dem Sommer....... Allgemein läßt sich als Regel aufstellen, daß für den Monat der größten Barometerschwankung einer der Monate des meteorologischen Winters in Betracht kommt und für den Monat der geringsten Schwankung ein Sommermonat."

Nach obigem können wir sagen: Für die nordhemisphärischen Stationen ist die Zeit des Herbstes dem Winter, für die südhemisphärischen Stationen Südamerikas ist die Zeit des Herbstes dem Sommer verwandt.

Die Berechnungen Brockmöllers geben ein Bild der mittleren Luftdruckschwankung einer Station und durch Zusammenstellung von Stationen eines zusammenhängenden Gebiets auch von der Größenordnung der Amplitude der Luftdruckbewegung dieses Gebiets. Es erhebt sich die Frage, in welcher Weise gehen die Luftbewegungen vor sich, ist in den Bewegungen eine Gesetzmäßigkeit vorhanden und in wieweit beeinflussen sie einander? Um diese Frage zu beantworten.

werden wir die Jahreswerte bzw. die Monatswerte miteinander vergleichen. Solche Untersuchungen hat H. Hildebrandsson für 64 Stationen, die über die ganze Erde verteilt waren, angestellt. Eines der dabei aufgefundenen Resultate war die Feststellung des Kompensationsverhältnisses zwischen dem Roßbreitenmaximum und dem Islandminimum. Aber gerade unser Gebiet konnte von Hildebrandsson wegen des Fehlens jeglicher Angaben in keiner Weise erfaßt werden; er weist ausdrücklich auf diesen Mangel hin und betont dabei die Wichtigkeit gerade einer solchen Untersuchung.

Ich habe nun für eine Reihe von Stationen Jahres- und Monatswerte miteinander verglichen in folgender Weise: für Stationen mit gleichen Beobachtungsjahren wurden die Luftdruckmittelwerte aus den Angaben dieser Zeit und hiervon die jährlichen und monatlichen Abweichungen berechnet und graphisch dargestellt. Bei der graphischen Darstellung wurde ein verschiedener Maßstab zugrunde gelegt, um in etwa die Kurven in einheitlicher Größe wiederzugeben (vgl. Tafel 15—17). Der Maßstab ist stets bei der Station angegeben, etwa Loanda 1 : 0.2, das soll heißen: einer Ordinateneinheit entspricht 0.2 mm Luftdruckabweichung, gegenüber Ponta Delgada 1 : 1 ist der Maßstab also 5mal größer.

Prüfen wir den Gang der Jahresmittel des Luftdrucks (Tafel 15, links), so erkennt man einen vorwiegend gleichsinnigen Verlauf der Schwankungen. Selbst zwischen Para und Bermuda, St. Helena und Bermuda ist eine gewisse Übereinstimmung zu erkennen.

Einen genaueren Einblick zeigen die Kurven, die die monatlichen Abweichungen des Luftdrucks wiedergeben. Auf Tafel 16 (rechts) (1899—1905) zeigen die Kurven von P. Delgada, Mogador, St. Croix de Tériffe eine große Übereinstimmung der Schwankungen. Der Schwankungsbetrag ist in P. Delgada etwa doppelt so groß als in Mogador und Teneriffa. Die Kurven St. Vincente und der Seestation 10° N, 30° W sind untereinander in Übereinstimmung, lassen jedoch mit den vorhin genannten Kurven manche Abweichungen erkennen. Die Kurven für den Zeitraum 1894—99 erweisen zwischen den Luftdruckwerten von St. Vincent, St. Louis 10° N gleiches Verhalten. Leider sind die Beobachtungen von Kamerun unsicher.

Die Schwankungsausschläge der äquatorialen Stationen sind 5mal größer gezeichnet als die zu P. Delgada. Da trotzdem im Bilde das Größenverhältnis einheitlich zu sein scheint, so geht daraus in Übereinstimmung mit Brockmöllers Angaben hervor, daß die Roßbreitenstationen in ungleich nachhaltigerer Weise von Schwankungserregungen betroffen werden, wodurch ein leichtes Divergieren äquatorialer und Roßbreiten-Stationen in etwa verständlich wird.

Die südhemisphärischen Stationen der afrikanischen Küste zeigen in dem monatlichen Gang des Luftdrucks einheitliche Richtungstendenzen (Tafel 16, links), so Loanda-Walfischbai, Loanda-Kamerun, Loanda-St. Thome. Vergleicht man die Stationen P. Delgada und Walfischbai als Vertreter der nord- und südhemisphärischen Maxima miteinander, so zeigt die Darstellung vielfache Übereinstimmung. Auf der Westseite des Atlantischen Ozeans zeigen die Stationen Bermuda und Seestation 30° N, 40° W im Roßbreitengebiet gute Übereinstimmung. Pt. au Prince hat im wesentlichen dieselbe Richtungstendenz wie die vorhin genannten Stationen, Abweichungen sind vorhanden. Recife und Paramaribo stimmen überein. Bermuda-Paramaribo, 30° N, 40° W und Paramaribo sind im wesentlichen gleichgerichtet, doch sind auch hier Abweichungen erkennbar (Tafel 17). Buenos Aires (nach Angaben Hildebrandssons) zeigt mit Bermuda und noch mehr mit Paramaribo oft gleiches Verhalten. An einigen Stellen, so 1881/82 zeigen Buenos Aires und Bermuda Abweichungen. Tafel 16 (rechts) zeigt zwischen St. Helena, Para, 10° N, 50° W meist kongruentes Verhalten. St. Helena (Höhenstation 578 m) neigt zu positiven Schwankungen. St. Helena und Recife ergeben im einzelnen auch manche Abweichungen; hingegen stimmt die Kurve Loanda-Recife besser überein (Tafel 17).

Zwischen Bermuda und P. Delgada zeigen sich vielfach dieselben Richtungszüge, Abweichungen sind vorhanden. Falls man nicht allein die Richtung berücksichtigt, sondern ob über- oder unternormal, so ergibt eine Prüfung der Abweichungen

der Stationen von 1880 bis 1910 (das zugrunde liegende Mittel bei P. Delgada ist von den Werten 1865 bis 1911 gebildet), daß in 44% entgegengesetztes Vorzeichen zu finden ist, wovon in 53% der Fälle P. Delgada das +-Zeichen hatte. Diese Abweichungen sind eine Folge der Verlagerung des Maximumkernes, der in der Mehrzahl der Fälle auf dem östlichen Teil des Atlantischen Ozeans gelagert ist, immerhin aber auch weit westlich oder nördlich der Azoren häufig zu finden ist, in einigen Fällen bilden sich auch mehrere Antizyklonen aus; gemäß den Karten der mittleren Luftdruckverteilung liegen Delgada und Bermuda, insbesondere im Nordwinter, etwas nördlich der Zone des höchsten Luftdruckes. Die Lage des höchsten Luftdruckes steht in engem Zusammenhang mit der Lage der Islandzyklone. Über diese und damit zusammenhängende Erscheinungen, ebenso über den Zusammenhang des Azorenmaximums mit der nordpazifischen und der asiatischen Antizyklone geben Aufschluß die unten aufgeführten Arbeiten, die weitere Literaturangaben enthalten[1]).

Vielfach macht sich eine in einer Station beobachtete Abweichung in einem Nachbarmonat auf der Vergleichsstation bemerkbar. Es ist möglich, daß der Monat eine schlecht gewählte Zeit zum Vergleich ist, eine Ansicht, der auch Hildebrandsson Ausdruck gibt.

Zusammenfassen läßt sich die Untersuchung dahin, daß vielfach, vielleicht meist, der Luftdruck im Gebiet zwischen 30° N bis 30° S in gleicher Weise sich hebt und senkt, die Schwankungsausschläge sind verschieden, am kleinsten in der äquatorialen Depressionsfurche, kleiner auf Inseln als auf Landstationen gleicher Breite, am größten in den Roßbreitengebieten. Auf der Ostseite des Atlantischen Ozeans herrscht eine fast ständige Übereinstimmung innerhalb der Gebiete 30° S bis 4° N, 4° N bis 15° N, 15° N bis 35° N. Auf der Westseite zeigt sich, soweit das Material sehen läßt, eine Zweiteilung: Vom südhemisphärischen Maximum bis etwa zur Breite von Paramaribo, von dort bis zum nordhemisphärischen Roßbreitengebiet, auf den Antillen sind Abweichungen erkennbar.

Die Untersuchungen der Schwankungen des Luftdrucks haben neben der Gleichförmigkeit, mit der sie über weiten Gebieten auftreten, eine große Mannigfaltigkeit in der Art der Ausprägung der Schwankungsbeträge an jeder Station dargetan, so daß man auf eine ebensolche Mannigfaltigkeit der Windstärken schließen kann, denn diese sind in erster Linie durch das Gefälle bedingt. Auch haben wir schon auf die verschiedene Lage des Hochdruckkernes hingewiesen, wodurch Windstärke und vor allem Windrichtung weiter beeinflußt werden. Über die Lage der nordatlantischen Antizyklone sind wir infolge der synoptischen Wetterkarten und der Monatsisobarenkarten genau unterrichtet. Ähnliche Angaben fehlen für den südatlantischen Teil. Aus den Isobarenkarten ist die große Veränderlichkeit in Höhe und Lage des nordatlantischen Maximums klar erkennbar.

Die Luftdruckverhältnisse über dem Inneren der Kontinente Afrika und Südamerika sind wenig bekannt. Sie sind wichtig, weil sie ablenkend auf die Winde einwirken können. Windbeobachtungen an den Küsten liegen vor und lassen Schlüsse über den Isobarenverlauf über den Kontinenten zu.

Im folgenden sei nach unten aufgezählten Quellen eine Darstellung der Windverhältnisse gegeben[2]).

An der Küste Angolas weht im ganzen Jahre ein SW-Wind, in der Trockenzeit stärker als zur Regenzeit, in der auch Winde aus NO und O als Begleiter der heftigen Tornados zu beobachten sind. An der Loangoküste herrschen in der Regenzeit S- bis W-Winde, im Dezember—Januar wehen heftige Böen aus W, in den Monaten April—August schwankt die Windrichtung zwischen SO, O und SW. An der Kamerun-

[1]) H. Hildebrandsson, Quelques recherches sur les centres d'action de l'atmosphère Uppsala 1. J. Hann, Sitz. Ber. Wiener Akademie 1904. Bd. CXIII. u. Met. Zeitschr. 1905, S. 64—77. W. Meinardus, Met. Zeitschr. 1898, S. 90—97. Über Schwank. der nordatl. Zirkulation und damit zusammenhängende Erscheinungen. Met. Zeitschr. 1905, S. 398.

[2]) a) Segelhandbuch für den Atlant. Ozean. Deutsche Seewarte Hamburg. b) Atlas zum Segelhandbuch für den Atlant. Ozean. Deutsche Seewarte Hamburg. c) Monthly Wind Charts of the South Atlantic. Met. Office Nr. 168, 1903. d) Berghaus, Physik. Atlas. e) Schott, Geographie des Atlant. Ozeans, Hamburg 1912.

küste erreichen die SW- und W-Winde zur Zeit des Regenmaximums ihre größte Stärke. In der Trockenzeit sind östliche Winde die herrschenden. An der Nordküste der Guineabucht herrschen SW—W-Winde das ganze Jahr. Das Maximum der Windstärke ist in der Zeit von Januar—August, in den Monaten Dezember—Februar tritt der Harmattan auf. An der Sierra-Leone-Küste weht von November—April der Wind aus NNW—NW, dagegen ist die Windrichtung der Regenzeit SW—WNW. Im November—Januar ist auch hier der Harmattan zu beobachten. Die vorherrschende Windrichtung der Senegalregion ist von September—Mai NO, in der Regenzeit SW—W[1]). Auf den Kap Verden weht der NO-Passat das ganze Jahr mit großer Regelmäßigkeit, nur Ende Juni läßt er in seiner Stärke nach und SO—SW-Winde sind dann häufig. Auf den Kanaren kommt der Wind von NNO—NNW besonders von April—Oktober, während der übrigen Monate treten stürmische Winde aus SO—SW auf. Eine ähnliche Windverteilung ist an der Marokkoküste beobachtet, in der trockenen Jahreszeit wehen NO-, N- und NW-Winde, im Winter SW-Winde. Letztere bringen dem Lande Regen.

An der Ostküste Brasiliens bis zum Amazonenstrom weht der Wind im April—Oktober aus OSO, dagegen in den übrigen Monaten aus der Richtung O. Am Amazonastal sind Windstillen häufig. Weiter nördlich wird NO—O-Wind der häufigere, besonders zur Regenzeit Januar—Juli; während im zweiten Jahresabschnitt O—SO-Winde auftreten. In Guayana sind NO—O-Winde vorherrschend[2]). Die westindischen Inseln liegen in der Region des steifsten Passats, nur im Juni—Dezember ist er abgeschwächt, in dieser Zeit treten die Orkane auf. Das Maximum ihres Auftretens liegt im September[3]). Auf den Bermuden herrschen von Dezember—März nordwestliche, im Sommer westliche—südöstliche Winde.

Eine Bestätigung des vorigen erhalten wir durch Bildung der Differenzen der Normal-Luftdruckwerte zweier Stationen. Aus den Zahlen geht die Verschiebung der Passatzone hervor, indem die einzelnen Zonen das Maximum und Minimum des Gefälles in verschiedenen Monaten verzeichnen. Ferner folgt, daß die Südhemisphäre und die Nordhemisphäre einen Gegensatz zeigen, es fallen Maxima mit Minima und Minima mit Maxima des Luftdruckgefälles der Regionen Kanaren—Sierra Leone und Walfischbai—Loanda bzw. auf der Westseite P. Rico—Cayenne und Recife—Para zusammen. Zwischen die Regionen schiebt sich die Kalmenzone ein.

Bildet man die Differenzen zwischen einer Station des Roßbreitengebietes und einer Station im Kalmengebiet, so erhält man für den Gang des Gefälles ein anderes Bild, als wenn man Zwischenstationen einschaltet.

Luftdruckgefälle über dem tropischen Teil des Atlantischen Ozeans.

	Jan.	Febr	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
P. Delgada—St. Croix . .	0.0*	0.5	1.5	1.3	1.5	2.8	**4.3**	3.3	1.9	0.9	0.1	0.4
St. Croix—Sierra Leone . .	**8.0**	6.7	5.5	5.8	5.7	5.7	3.8	3.2*	4.3	4.5	6.0	7.3
P. Delgada—Sierra Leone .	8.0	7.3	7.0	7.1	7.2	**8.5**	8.1	6.5	6.2	5.4*	6.1	7.7
Walfischbai—Loanda . .	0.6*	1.2	1.1	1.9	**2.5**	2.2	2.1	2.0	1.3	1.5	1.9	1.5
Loanda—Kamerun . . .	1.3*	2.2	2.2	2.9	3.3	3.7	**4.1**	3.7	2.7	3.1	3.1	2.5
Bermuda—P. Rico . . .	2.7	2.9	1.5*	2.3	3.2	3.0	3.6	3.7	3.7	3.7	**4.2**	3.3
P. Rico—Cayenne	**4.0**	2.4	2.5	1.5	1.2	1.2	1.2	0.7	0.2*	0.6	1.2	3.3
Recife—Para	1.9	1.3	1.4	1.1*	1.4	2.1	2.6	**2.9**	2.6	2.3	2.5	2.0

Diese Differenzen können als ein Maß der mittleren Windstärke gelten. Für spätere Untersuchungen habe ich denn auch dieses Prinzip angewandt und die

[1]) Met. Zeitschr. 1890, S. 391: Klima am oberen Senegal und im Niger-Bassin. Met. Zeitschr. 1886, Lit. Ber. S. 517: Climat de Kita (160 km v. St. Louis).

[2]) Joh. Clasen gibt in seiner Diss.: „Gang und Einfluß des Passats und Antipassats im atlantischen Gebiete Südamerikas". Bonn 1910, eine Tabelle der Windhäufigkeit in % nach Angaben der Met. Zeitschr. und Supan, auf die hingewiesen sei.

Ferner sei verwiesen auf: a) Met. Zeitschr. 1902, S. 302: Weitere Beiträge zum Klima von Recife: b) Met. Zeitschr. 1885, S. 83; Das Küstenklima der Provinz Pernambuco.

[3]) Met. Zeitschr. 1895, S. 230: Häufigkeit der Winde und Kalmen zu Guadeloupe.

Differenzen zwischen Stationen gemäß den Monatsisobarenkarten berechnet. Die Mittelwerte seien nun noch mit Passatschätzungen wiedergegeben.

Die mittlere Stärke des NO-Passats beträgt in 10° bis 30° N-Br. und östlich von 30° W-L.:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Nach Schiffsbeobacht. (45 Jahre)[1]) miles per hour	10.0	11.1	11.1	**12.0**	11.0	10.0	9.0	7.0	8.0	**6.0***	8.1	10.0
« « (6 «)[1]) « « «	11.9	13.0	12.6	**13.5**	12.4	11.3	10.2	8.2	9.7	**7.4***	9.8	11.7
Mittlere Luftdruckdiff. 20° N 30° W — 10° N 30° W	3.1	**3.2**	3.0	3.1	3.0	3.0	2.9	**2.4***	2.5	2.5	2.9	3.0
P. Delgada — 10° N 30° W	6.4	6.2	5.3	6.0	5.4	6.1	**8.0**	7.5	6.5	5.0*	6.2	6.7
30° N — Sao Thiago[2]) .	**4.4**	3.8	3.9	4.9	4.6	5.0	**6.0**	5.8	4.8	3.3*	4.1	4.7
30° N 40° W — 10° N 50° W	5.3	5.0	4.5	5.6	5.8	6.0	**6.8**	6.0	5.3	4.8*	5.1	6.1

Die Schätzungen der Windstärke des Passats haben eine ähnliche jährliche Periode wie die Differenz 20° N 30° W bis 10° N 30° W, man darf nach dem vorigen diese Periode des Passats für das Gebiet 20° N bis 10° N gelten lassen. Dagegen zeigt die Werteanordnung der anderen Luftdruckdifferenzen, daß in dem nördlicher gelegenen Gebiete der Passat eine ausgeprägte doppelte Periode hat.

Die Periode des SO-Passats wird durch folgende Zahlen wiedergegeben:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Passatschätzungen miles per hour (45 Jahre)[1])	14.7	**15.5**	14.9	15.0	13.7*	14.2	14.4	14.7	14.5	14.7	15.0	14.9
« « « « (6 «)[1])	14.7	**15.5**	14.9	15.0	13.7*	14.2	14.4	14.7	14.5	14.7	15.0	14.9
Nach Anemograph (St. Helena)	17.0	15.8	15.5	15.1	14.2*	15.3	15.7	18.2	**21.2**	19.7	19.7	18.8
Mittlere Luftdruckdiff.: Walfischbai—Loanda	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1*	1.2	1.2	1.5	**1.7**	1.5	1.6	**1.5**
« « : Walfischbai—Duala	2.4*	2.5	2.7	3.1	4.2	**4.7**	4.0	4.5	3.6	3.4	3.1	2.7

Für den SO konnte wegen des Fehlens von Stationsbeobachtungen und Isobarenkarten für den südatlantischen Ozean die Luftdruckdifferenzenbildung nicht angewandt werden. Über diesen Mangel helfen Aufzeichnungen eines Anemometers auf St. Helena etwas hinweg. Versucht man eine Interpretation der Zahlen zu geben, so dürfen die Beobachtungen zu St. Helena und die Passatschätzungen für die Zone 15° bis 0° S gelten, in der der SO zu Ausgang des Südwinters seine größte Stärke entwickelt, während in derselben Zeit in der südlicher gelegenen Zone das Luftdruckgefälle schwächer ist; hier wird das Gefälle mit der südlicheren Lage des südatlantischen Roßbreitenmaximums am größten. Es dürften diese Zahlen als Beleg für eine Verschiebung des südatlantischen Roßbreitengebietes mit der Sonne wandernd dienen. Daraus erklärt sich, daß in dem Gebiet 25° N bis 20° S der NO-Passat am strengsten weht, wenn der SO die geringste Stärke hat, und umgekehrt, wenn der SO-Passat stark weht, der NO schwach entwickelt ist.

III. Luftdruck und Regen.

Besteht eine Beziehung zwischen den Luftdruckhöhen und den Niederschlägen einer Station? Diese Frage läßt theoretisch mehrere Beantwortungen zu. Betrachten wir die äquatoriale Depression als das Gebiet eines aufsteigenden Luftstromes, die Roßbreiten als ein Gebiet absteigender Luftbewegung, so würde zu erwarten sein, daß beide Gebiete bei niedrigem Barometerstand große Niederschläge erhielten, umgekehrt hohem Luftdruck Trockenheit entspräche. Wir können auch das Luftdruckgefälle in Rücksicht ziehen. An einer Stelle, wo der Passat aufsteigt, würden positive Abweichungen des Luftdruckgefälles mehr Regen erwarten lassen. Eine Stelle, wo der Passat ein Gebiet, ohne daß Hemmnisse seinen Lauf stören, überweht, dürfte dann Regen erhalten, wenn die Luftzirkulation abgeschwächt wird.

[1]) W. N. Shaw und C. Hepworth, The Trade Winds of the Atlantic Ocean; Met. Office M. O. 203, London 1910.

[2]) H. Liepe, Temperaturschwankungen der Meeresoberfläche von Ouessant bis St. Pauls-Felsen. Annal. d. Hydr. u. marit. Met. 1911, S. 485.

Unberücksichtigt sind in diesen Betrachtungen die thermischen Zustände des Gebietes geblieben, das der Passat überweht. Allgemein ist zu beachten, daß der Regen normalerweise in der Tropenzone zur Zeit des Sonnenzenitstandes, also im Sommer, fällt, ferner der Passat von kälteren nach wärmeren Erdstrichen hinweht, also normal keine Kältestelle im Weg des Passats vorhanden ist, die Ursache zur Kondensation böte. Doch ist der Gegensatz zwischen Land und Wasser noch zu berücksichtigen. Insbesondere könnte an der amerikanischen Küste die warme Äquatorialströmung solche Gegensätze bedingen und so für die Regen wichtig werden. Anderseits können die thermischen Verhältnisse im Sommer zu einer Luftauflockerung über den Kontinenten führen und so auf die Luftmassen über dem Ozean aspirierend wirken. In solchen Fällen wäre der Niederschlag dem Wasserdampfgehalte der zum Aufsteigen gezwungenen Luft, die wieder von der ins Land hineingezogenen Masse abhängig wäre, proportional. Das Barometer würde bei tieferem Stande mehr Regen erwarten lassen.

Wichtig ist ferner, daß der Passat die Verdunstung lebhaft befördert, wie dies Lütgens feststellen konnte[1]). Die Höhe der Niederschlagsmengen eines Gebietes findet dadurch ausreichende Erklärung, wenn es vom Meere her von Luftströmen überflutet wird.

Für einige Stationen habe ich die Abweichung des Luftdrucks und des Regens an einer Station unter Zugrundelegung des Normalmittels der verwandten Jahre berechnet und verglichen. Es zeigt sich, daß die Mehrzahl der Stationen bei niedrigem Barometerstand ergiebigere Niederschläge erhalten. Recife und Para erhalten dagegen manchmal größere Niederschläge bei positiven Luftdruckabweichungen zu Para.

Luftdruck- und Regenabweichungen.

S. Thomé.						Saint Louis.			St. Croix de Ténériffe.		
	Luftdruck Aug. bis Dez.	Regen Aug. bis Dez.		Luftdruck Febr. bis Juni	Regen Febr. bis Juni		Luftdruck Aug. bis Dez.	Regen Aug. bis Dez.		Luftdruck Okt. bis April	Regen Okt. bis April
1874	+ 2.3	— 67	1874	+ 1.7	— 70	1894	— 0.6	+ 40	1899/00	+ 15.4	— 81
1875	— 1.5	+ 149	1875	— 2.4	+ 128	1895	+ 0.5	— 62	1900/01	+ 3.9	[illegible] 0.7
1876	+ 0.8	— 189	1876	— 2.4	0	1896	+ 0.7	— 148	1901/02	— 5.7	— 105
1877	— 0.4	+ 16	1877	+ 1.0	— 770	1897	— 0.1	+ 13	1902/03	+ 8.8	+ 14
1878	+ 0.1	— 50	1878	+ 3.7	— 114	1898	— 10	+ 170	1903/04	— 6.3	— 42
1879	— 0.9	+ 36	1879	— 0.3	+ 372	1899	— 15	— 11	1904/05	— 1.5	+ 33
1880	+ 1.3	+ 150	1880	— 0.6	+ 48				1905/06	— 13.4	+ 20
1881	— 1.3	— 12	1881	+ 0.6	— 116				1906/07	— 2.5	— 38
1882	— 1.4	+ 33							1907/08	+ 7.4	+ 46

S. Vincente de Cabo Verde.			Mogador.					
	Luftdruck Aug. bis Dez.	Regen Aug. bis Dez.		Luftdruck Okt. bis Dez.	Regen Okt. bis Dez.		Luftdruck Jan. bis Juni	Regen Jan. bis Juni
1894	— 11	— 13	1899	+ 3.0	— 65	1899	— 0.2	+ 113
1895	— 23	+ 35	1900	+ 5.0	— 74	1900	+ 3.4	+ 24
1896	— 0.7	+ 173	1901	— 2.1	+ 4	1901	— 5.3	+ 62
1897	— 1.2	+ 104	1902	+ 1.9	+ 86	1902	— 3.5	— 23
1898	— 2.2	— 14	1903	+ 0.5	— 45	1903	+ 3.2	— 30
1899	+ 0.5	— 39	1904	+ 0.3	— 56	1904	0	+ 100
1900	+ 2.1	— 94	1905	— 0.3	+ 103	1905	+ 4.5	— 59
1901	— 0.7	+ 100	1906	— 0.6	+ 1	1906	+ 1.3	— 1
1902	+ 2.2	— 111	1907	— 1.8	— 8	1907	— 3.5	— 6
1903	+ 1.1	— 21	1908	— 1.7	+ 108	1908	+ 2.9	+ 23
1904	+ 1.3	— 46	1909	— 4.2	— 24	1909	— 5.5	+ 91
1905	+ 1.2	— 80	1910	+ 0.6	— 22	1910	+ 2.1	— 95

[1]) R. Lütgens, Ergebnisse einer Forschungsreise in den Atlant. u. südöstl. Stillen Ozean. Archiv der Deutschen Seewarte 1911, Hamburg. Die Verdunstung auf dem Meere. Annalen der Hydrogr. usw. 1911.

P. Delgada.

	Luftdruck			Regen		
	Jan.—April	Mai—Aug.	Sept.—Dez.	Jan.—April	Mai—Aug.	Sept.—Dez.
1880	— 7.1	— 2.2	— 8.5	+ 37	— 1	+ 221
1881	— 28.6	+ 4.5	+ 1.8	+ 294	— 26	— 31
1882	+ 0.7	+ 3.8	+ 6.5	— 93	— 93	— 60
1883	— 1.2	+ 0.7	+ 7.8	+ 61	+ 99	— 111
1884	— 5.1	— 2.6	+ 7.2	+ 76	+ 38	— 45
1885	— 2.7	— 3.0	— 0.1	— 46	+ 5	— 67
1886	— 3.5	+ 2.9	+ 4.1	+ 1	+ 10	+ 78
1887	— 9.0	— 2.1	— 8.4	+ 216	— 19	+ 278
1888	— 5.0	— 0.6	— 3.9	+ 157	— 31	+ 80
1889	+ 16.0	+ 0.7	+ 13.8	— 94	— 69	— 174
1890	+ 8.5	+ 7.0	+ 7.8	— 159	— 90	— 161
1891	— 2.6	— 3.9	+ 3.9	+ 60	— 14	— 74
1892	— 4.2	+ 1.0	— 0.7	— 10	+ 8	+ 28
1893	— 8.4	— 7.1	+ 4.1	+ 30	+ 172	— 22
1894	+ 7.8	— 0.5	— 10.6	— 70	— 12	— 26
1895	— 17.8	+ 5.4	— 14.5	+ 82	— 29	+ 180
1896	+ 8.5	+ 4.8	+ 4.7	— 72	+ 62	— 120
1897	+ 6.2	— 3.5	— 4.2	— 120	+ 8	— 74
1898	+ 3.2	— 6.9	— 5.4	— 91	— 58	— 87
1899	— 17.1	+ 0.7	— 4.6	+ 59	— 185	+ 239
1900	— 2.3	— 1.6	+ 7.7	— 18	— 63	— 121
1901	— 9.5	+ 0.2	+ 5.1	— 22	+ 21	— 54
1902	— 10.2	— 3.0	— 2.1	— 59	+ 87	+ 68
1903	+ 3.5	— 0.6	+ 4.7	— 107	— 76	— 56
1904	+ 10.1	— 4.2	— 1.8	— 207	+ 123	+ 48
1905	+ 7.9	+ 2.0	+ 0.7	— 74	+ 38	— 13
1906	+ 11.4	— 3.8	+ 8.4	— 174	+ 47	— 46
1907	+ 17.4	— 3.6	+ 4.8	— 96	— 2	— 102
1908	+ 19.0	+ 1.3	— 1.3	— 194	— 31	— 4
1909	— 0.7	+ 2.5	— 7.5	— 82	— 41	— 65
1910	+ 13.5	+ 5.6	— 3.0	— 214	— 52	— 18

Paramaribo.

	Luftdruck	Regen
	Febr.—Aug.	
1876	— 1.6	+ 191
1877	— 0.6	— 38
1878	— 1.4	+ 367
1879	— 1.7	— 96
1880	— 2.4	+ 193
1881	— 0.7	— 353
1882	+ 5.0	+ 75
1883	+ 2.5	— 375
1884	+ 2.4	+ 181

Recife.

	Regen
	Dez.—Mai
1896	+ 83
1897	+ 91
1898	— 353
1899	+ 746
1900	— 417
1901	+ 116
1902	— 91
1903	+ 4

Para.

	Luftdruck	Regen
	Dez.—Mai	
1896	± 0	— 89
1897	+ 0.8	+ 267
1898	— 2.4	+ 127
1899	+ 2.8	+ 194
1900	— 0.9	— 282
1901	+ 0.5	+ 115
1902	— 2.1	— 525
1903	+ 1.5	— 331
1906	+ 0.1	+ 110
1907	— 1.8	— 330
1908	+ 1.3	+ 433
1909	— 0.1	— 159
1910	+ 0.2	— 65

Regen- und Luftdruckschwankung.

Im folgenden ist die jährliche Periode des Regenfalles mit den Schwankungen des Luftdruckes (nach den Brockmöllerschen Angaben) verglichen worden.

Loanda hat zwei Maxima der Luftdruckschwankung, das erste zur Zeit des Südwinters, das zweite zur Zeit des Sommers. Beide Regenabschnitte dieser Station treten nach den Maxima der Luftdruckschwankungen auf. Nach Norden zu werden die Luftdruckschwankungen zu Ende des Nordwinters größer, die Regen zur selben Zeit kleiner, dagegen nehmen diese in der Zeit des Minimums der Luftdruckschwankung zu. Duala erhält seine Regen zur Zeit der geringsten Luftdruckschwankung. P. Novo, St. Louis erhalten ebenfalls ihre Regen zur Zeit geringer

Luftbewegung. P. Delgada und Mogador erhalten Regen zur Zeit der größten Luftdruckschwankung. Pernambuco hat zu der Zeit der maximalen Luftdruckschwankung nur geringe Regen, die größten Niederschläge fallen in den atmosphärisch ruhigen Herbstmonaten der Südhemisphäre. Para hat zwei Maxima der Luftdruckschwankung fast zur selben Zeit wie Loanda. Die Regen fallen nach dem Maximum des Oktober—November. Die geringsten Regen fallen während des Minimums der Barometeroszillationen. Paramaribo und Cayenne sowie die Antillenstationen zeigen alle bei niedrigen Luftdruckschwankungen große Regenhöhen. Die Beziehungen sind also wechselnd.

Einen besseren Einblick in die Herkunft der Regen kann der Vergleich der Regenhöhen und des Luftdruckgefälles ergeben. Für den Nordatlantischen Ozean wurde zu diesem Zweck zwischen passend gewählten Punkten die Differenz der Luftdruckwerte für jeden Monat bestimmt. Für den Südatlantischen Ozean werden die Windstärkeangaben gemäß den Registrierungen des Anemographen zu St. Helena verwandt. Die Mittelwerte der monatlichen Windstärken zu St. Helena sind unabhängig von der Windrichtung gegeben. Die mittlere Windstärke zu St. Helena ergibt (in miles p. h.):

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.
17.0	15.8	15.5	15.1	14.2*	15.3	15.7	18.2	**21.2**	19.7	19.7	18.8

Die Windbeobachtungen geschahen durch ein Anemometer in 571 m Höhe. Die mittlere monatliche Windrichtung liegt zwischen SO und SOzS. Die Stärke des resultierenden Windes ist in den einzelnen Monaten

16 15 15 14 13* 14 14 18 **20** 18 19 17

Die Stärkeschwankungen des Hauptwindes sucht Shaw mit den mittleren Gradienten des Luftdrucks in Einklang zu bringen. Die von ihm aus Luftdruckgradienten ermittelten Windstärken des SO-Passats in m. p. h. sind:

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.
16	15	16	15	11*	13	14	14	15	15	**17**	16

Shaw hält die Übereinstimmung der Variationen „so gut, als sie schicklich erhofft werden konnte". Er untersucht auch die Frage, ob die Windbeobachtungen dieser Höhenstation mit den Windbeobachtungen am Erdboden übereinstimmen oder nicht. Er kommt zu dem Schluß, daß ein wesentlicher Unterschied nicht vorhanden ist, jedoch sind die Variationen der Höhenstation stärker als am Erdboden. Man wird also im allgemeinen die Windstärkenangaben des Anemometers an der Höhenstation als annähernd proportional dem Gefälle setzen können[1]).

Vergleicht man auf der Nordhemisphäre zunächst die Schwankungen der nordatlantischen Zirkulation vom Roßbreitenmaximum nach der isländischen Depression und vom Roßbreitenmaximum nach der äquatorialen Depression, so erkennt man für die Jahre 1881 bis 1900 im Gang Übereinstimmung[2]). Das heißt also, die Luftzirkulation über dem Nordatlantischen Ozean ist sowohl nördlich als südlich des Azormaximums im Jahresmittel gleichzeitig lebhaft oder abgeschwächt (siehe Darstellung Nr. 1 auf Tafel 18).

Ein Vergleich der Mittelwerte von Passatstärke und Regenperiode ergibt, daß die Zeit des strengen Passats auf der Nordhemisphäre für die westafrikanische Seite eine Trockenzeit ist, für die amerikanische Seite eine Regenzeit. Für die

[1]) Engeler verwendet (Ann. d. Hydr. usw. 1910) die Angaben des Anemographen als Windstärke des SO. Vielleicht ist hierin manchmal der Grund für die leichte Divergenz zwischen beobachteten Temperaturen des Meeres und der Windstärke in den Windbeobachtungen zu suchen.

[2]) Die Kurve Azoren-Stykkisholm ist der Arbeit von W. Meinardus: Met. Zeitschr. 1905 entnommen. Das Jahresmittel ist stets aus den Monaten September—August gebildet, also 1882 bedeutet: September 1881 bis August 1882. Die Kurve gibt die Schwankungen der Jahresmittel der Luftdruckdifferenzen zwischen den bezeichneten Stationspaaren wieder. Der Normalmittelwert ist 10,8 mm. Die jährlichen Abweichungen von diesem Wert (Nullinie der Kurve) sind als positive oder negative Werte in der Kurve eingetragen.

Südhemisphäre ist der SO an der afrikanischen Seite an sich ein ablandiger Wind und bringt der Küste, falls nicht das Land den Passat ablenkt, keine Regen. Auf der amerikanischen Seite ist der SO für Recife der Regenwind, jedoch greift der SO im Südfrühjahr weit nordwärts des Äquators und wird hier nach W abgelenkt; diese Zeit bedeutet für Recife eine Trockenzeit. Ob nun ein starkes Gefälle auch starke Monsunwirkungen und Regen an der afrikanischen Küste, und in wieweit ein starkes Gefälle die Regen der amerikanischen Küste bedingt, mögen folgende Untersuchungen zeigen.

Beginnen wir den Vergleich der Schwankungen des Luftdruckgefälles und der Regen der einzelnen Regionen mit der Kongoregion, so ist für diese Region nur ein summarisches Bild möglich. Insbesondere ist es auffallend, daß 1898, 1901 bis 1902 die hohen Windstärken zu St. Helena mit intensiven Trockenheiten zusammenfallen. Die nördlich gelegenen Stationen verzeichnen nach den Perioden größerer Windstärken stärkere Regen.

Für Debundscha in der Kamerun-Region ergibt ein Vergleich der Regen und der Windstärken zu St. Helena in der Zeit Juni—Oktober (siehe Nr. 2 auf Tafel 18):

	1895	1896	1897	1898	1899	1901	1902
Regen	6119	6872	6316	7281	5450	8932	9799
Mittlere Windstärke . .	15.1	16.4	18.0	17.3	18.7	20.5	21.9

Im einzelnen beobachtete man 1895 im September übernormalen Regenfall und Windstärke; 1896 im August große Windstärke, im September zu Debundscha extrem hohe Regen; 1897 August—September große Windstärke auf St. Helena, Oktober heftige Regen; 1898 März—Juni hohe Anemometerangaben, Juni—September große Regen, 1899 März—Juni geringe Windstärken, nur im September höher, die Regen sind nur im August etwas übernormal; 1901 April—Oktober sehr hohe Windstärken, Juli—Dezember starke Regen; 1902 Juni-November hohe Windstärken, Juni—November große Niederschläge. 1902 war vielleicht gerade nach dem Äquator zu ein stärkeres Gefälle, als die Windstärken zu St. Helena vermuten lassen, da Loanda hohe Luftdruckwerte in diesem Jahre verzeichnet. 1906 ist ein starkes Gefälle Juli—September, starke Regen Juni—September. Die Kamerunregion und der Norden der Kongoregion erhalten also meist bei starker südatlantischer Zirkulation mehr Regen als bei abgeschwächter Luftbewegung.

Für die Regen der Guinea-Küste dürfte vornehmlich das Gefälle vom nördlichen Luftdruck-Maximum zur äquatorialen Depression wichtig sein, wie die Zeichnungen veranschaulichen (Nr. 3 und Nr. 4 auf Tafel 18).

Für die zweite Jahreshälfte kommt auch das südhemisphärische Gefälle in Betracht. Die Regen dieser Region hängen demnach vornehmlich in der ersten Jahreshälfte vom nordatlantischen Gefälle ab, während in der zweiten Jahreshälfte der SW-Monsun, der in dieser Jahreszeit auftritt und dessen Ausbildung mit durch das Verhalten der Passate bedingt wird, für die Regenverteilung und Regenhöhe wichtig wird.

Mit Ausnahme des Jahres 1902 stimmen die Windstärkeangaben des SO für die Zeit Juli—Dezember mit den Regenhöhen von Porto Novo und Lome nicht schlecht überein, dagegen ist mit Ausnahme des Jahres 1898, wo die nordhemisphärische Gefällskurve mit den Regen keine Übereinstimmung zeigt, für die Zeit Januar—Juli zwischen Regen und südhemisphärischem Gefälle kein Zusammenhang zu erkennen.

Luftdruckgefälle und Windverhältnisse.

	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
Luftdruck-Differenz:											
30° N 40° W — 10° 30° W Jan.—Juli	5.7	4.6	5.1	5.8	4.7	5.2	4.9	5.5	5.7	5.5	5.7
20° N 40° W — 10° 50° W Jan.—Juli	5.8	4.8	4.9	6.2	4.7	5.9	5.5	5.1	6.1	5.7	6.3
P. Delgada — 10° 30° W Juli—Dez.	6.1	5.5	5.8	7.9	8.6	5.1	6.8	4.7	5.8	7.9	5.9
Windst. zu St. Helena Jan.—Juli . .	13.9	17.2	15.8	15.4	16.5	16.4	.	.	.	14.1	17.9
« « « « Juli—Dez. . .	19.5	18.2	19.2	18.5	21.6	22.3	.	.	17.8	18.5	17.9

Auch die Senegal-Region läßt in der Regenzeit meistens die Abhängigkeit der Regen von dem nördlichen Luftdruckgefälle erkennen, wie die Kurven von St. Louis, Bathurst, Dakar und St. Vincent für die Monate Mai bzw. Juni bis Oktober dartun (Nr. 5, 6 und 7 auf Tafel 18).

Die Luftdruckdifferenz beträgt für 30° N 40° W — 10° N 30° W:

	1887	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	1900	01	02	03	04	05	06	1907
Juni—Oktober	5.4	5.2	5.0	6.4	5.1	5.0	5.0	4.5	5.6	4.9	.	5.3	4.8	4.6	6.2	5.6	5.6	6.2	5.8	5.6	5.0
Mai—Oktober	.	.	.	.	.	5.4	5.1	4.6	4.5	4.3	5.1	5.3	4.8	.	5.5	4.7	4.8	.	.	.	.

In den Regenhöhen der verschiedenen Stationen der subtropischen, marokkanischen Region war teilweise gar kein, in anderen Fällen nur in großen Zügen ein Zusammengehen erkennbar. In den Monaten der Regenzeit Oktober—April herrscht auch eine höchst mannigfaltige Druckverteilung, die recht verschiedene Windstärken und Windrichtungen bedingt. Nur die Regen zu P. Delgada zeigen eine merkliche Übereinstimmung mit den Luftdruck-Differenzen P. Delgada—Bermuda für die Zeit Juli—Juni. Kleine Differenzen sind von stärkeren Niederschlägen begleitet, große Differenzen von geringen (siehe Nr. 8 auf Tafel 18, die Ordinaten der Luftdruckdifferenzen wachsen nach unten an).

Luftdruckdifferenz P. Delgada—Bermuda. Juli—Juni.

Jahr	1880/81	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	7/8	8/9	1889/90	1890/91	1/2	2/3	3/4	4/5	1895/96
Diff.	0.2	2.4	2.6	2.8	1.1	2.7	0.6	1.0	3.4	3.2	2.4	1.6	0.8	2.7	0.7	1.0

Jahr	1896/97	7/8	8/9	1899/00	1900/01	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	7/8	8/9	1909/10
Diff.	2.0	1.8	0.8	1.7	2.5	2.0	2.4	3.4	1.8	2.6	4.7	3.8	1.1	2.3

St. Croix de Téneriffe hat bei einem schwachen Luftdruck-Gefälle zwischen 35° und 25° N auf dem 20. Grad W-Lg. meistens stärkere Regen als bei einem starken Gefälle, wie die Kurve dartun mag. Regen und Luftdifferenzen gelten für die Zeit Oktober bis April (siehe Nr. 9 auf Tafel 18).

Auf der Westseite des Atlantischen Ozeans ist der NO und SO ein auflandiger Wind. Cayenne an der Guayana-Küste erhält bei starkem Gefälle zwischen 30° N 40° W und 10° N 50° W heftige Regen. Da zuweilen die Niederschläge erst einen Monat nach der größeren Luftdruckdifferenz auftraten, wurden die Regen der Zeit Februar—Juni auch mit den Luftdruckdifferenzen der Zeit Januar—Mai verglichen (siehe Nr. 10 auf Tafel 18).

	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
Cayenne, Regen Feb.—Juni	1218	1828	2282	2983	997	1630	1909	2280	1891	3180	3110	4429	4960
Luftdr. 50° — 10° Jan.—Mai	4.9	5.3	5.9	4.0	3.9	5.6	4.4	5.2	4.7	6.6	6.4	5.7	7.3
„ 50° — 10° Feb.—Juni	6.3	6.7	7.0	5.2	5.4	7.1	5.5	6.2	5.4	6.9	7.5	6.6	7.3

November 1897 bis Mai 1898 sind die Regen zu Cayenne über normal, dabei besonders in den Monaten Dezember, April und Mai. Dezember und April haben gleichzeitig hohe Differenzen, 1899 sind durchweg die kleinsten Regenhöhen und Differenzen, nur im Juli überschreiten beide den Normalwert. 1900 bleiben Regen und Differenzen im ersten Halbjahr unter dem Mittelwert, im Juli ist die Regenhöhe und die Gefällsdifferenz etwas über normal, 1901 ist ein schwaches Gefälle, die Regen sind äußerst gering, meist geringer als 1899, nur der März mit 935 mm überschreitet den Mittelwert um rund 500 mm. Dezember 1901 bis März 1902 sind die Niederschläge etwas größer, Dezember und April haben ebenfalls größere Gefällswerte, 1903 sind durchweg Regen und Luftdifferenz gering, Januar bis Mai 1904 sind heftige Regen, Januar bis April große Differenzwerte, Januar bis Mai 1905 hat starkes Gefälle, März bis Juni starke Regen. Januar bis Februar, Mai 1906 hat große Differenzwerte, Januar, März bis Juni starke Niederschläge, Dezember 1906

bis April 1907 große Differenzen, Januar bis Mai fallen bedeutend übernormale Niederschlagsmengen.

Para und Pernambuco zeigen, wie dargelegt wurde, gleiche Schwankungen in ihren Regensummen. Dabei ist Januar bis Juni die Regenzeit zu Para, Februar bis August diejenige zu Pernambuco. Vergleicht man die Niederschlagsmengen Paras der Zeit Januar bis Juni mit den Luftdruckdifferenzen Pernambuco-Para der gleichen Zeit, so erhält man:

Januar—Juli	1902	1903	1904	1906	1907	1908
Para, Regen	2078	1490	1544	1825	1506	2167
Pernambuco—Para, Luftdr. Diff. . .	1.9	1.5	1.7	1.6	1.6	1.4

Mit Ausnahme des Jahres 1908 sprechen auch diese Zahlen für eine Abhängigkeit der Regen vom Isobarengefälle. Ein Zusammenhang der Niederschläge mit den Windstärken zu St. Helena ist nicht eindeutig erkennbar.

	1897	1898	1899	1900	1901	1902
Para, Regen Januar—Juni	2024	1763	2166	1542	2078	1490
Windst. zu St. Helena (Jan.—Juni)	13.9	17.2	15.8	15.4	16.5	16.4
Luftdr. Diff. 30° N 40° W — 10° N 50° W (Jan.—Juni)	5.9	4.2	4.5	5.8	4.6	5.2

In einigen Jahren fällt eine stärkere nordatlantische Zirkulation mit stärkerem Regen zu Para zusammen.

Vergleicht man die Jahressumme der Regen zu Bahia 1880 bis 1884 mit den Jahresabweichungen des Luftdrucks zu Buenos Aires, einer Station im Maximum des Südatlantischen Ozeans, so erhält man die Werte:

	1880	1881	1882	1883	1884
Bahia, Regen	2374	2119	2809	2231	2350
Buenos Aires, Luftdr. . . .	—0.3	—0.3	+0.2	±0	±0

woraus man folgern kann, daß hoher Luftdruck im südatlantischen Roßbreitengebiet im Durchschnitt stärkere Regen zu Bahia bedingt, d. h. wahrscheinlich, daß dann ein starkes Gefälle herrscht, was den größeren Niederschlag verursacht.

Auf den Stationen der verschiedenen Regionen fallen meist bei stärkerem Luftdruckgefälle größere Regenmengen, so können wir zusammenfassend unsere vorigen Untersuchungen skizzieren. Jedoch herrscht keine strenge Proportionalität zwischen Regen und Gefälle. Der Gedanke liegt nun nahe, daß nicht die Windstärke allein maßgebend ist, vielmehr auch die Windrichtung. Für die Abhängigkeit der Regen von der Windrichtung, die wieder durch den Isobarenverlauf mit bedingt ist, sprechen:

1. die Berichte über Regen und Windrichtung an den einzelnen Stationen bzw. in den Regionen;

2. die Niederschläge der Kamerun- und der Ober-Guineaküste, Togoküste, indem häufig maximale Niederschläge in der zweiten Jahreshälfte der einen Region mit minimalen der anderen zusammenfallen;

3. die Beziehungen zwischen den Regen der Guayanaküste und der Bezirke Recife und Para;

4. die Schwankungen des Luftdrucks und der Regen an einer Station: negativen Luftdruckschwankungen entsprechen positive Regenschwankungen. Nun verlaufen die Isobaren besonders an der afrikanischen Küste dieser annähernd mehr oder weniger parallel, also von Süden nach Norden, in gleicher Breite ist somit auf dem Meere der Luftdruck größer als an der Küste, je steiler nun die Isobaren an der Küste gegen die Breitenkreise verlaufen, um so niedriger wird der Luftdruck an der Küste, um so mehr ist das Gefälle nach der Küste hin gerichtet. Damit wäre eine weitere Erklärung der Abhängigkeit zwischen Luftdruck und Regenfall an einer Station gegeben;

5. sprechen für eine wechselnde Isobarenrichtung die Anemometerangaben

zu St. Helena; die resultierende Windrichtung aus allen Angaben war in einigen Jahren verschieden; sie schwankte zwischen SSO und SO[1]).

Prüft man die Monatsisobarenkarten für den Nordatlantischen Ozean, so erkennt man, daß in Jahren maximaler Niederschläge in Guayana oder Senegambien die Komponente für ein Gefälle Meer—Land sehr groß ist. Die Darlegung der Gefällsrichtung ist nicht leicht, das Isobarenbild ist wechselvoll und der Abschluß des Isobarenfeldes nach Süden ungünstig. Um die Isobarenrichtung zu veranschaulichen, wurde an der Küste Senegambiens die Höhendifferenz der Schnittpunkte der in etwa 15° bis 20° N verlaufenden Isobare mit dem 15.° und 25.° Westl. Länge bestimmt, indem angenommen wurde, daß mit wachsenden Differenzen die Komponente West—Ost größer wird (siehe die schematische Zeichnung Nr. 11 auf Tafel 18). Die „Höhenwerte" konnten so direkt mit den Regen zu St. Louis verglichen werden, wobei sich eine gute Übereinstimmung ergibt (siehe Nr. 12 auf Tafel 18).

Vergleicht man Gradientenrichtung und Gradientengefälle, so erkennt man, daß 1893, 1905, 1907 die Luftdruckdifferenz gering, die Isobarenhöhenwerte groß, die Regenhöhen 1893 groß sind, 1905 nahe dem Mittelwerte liegen, 1907 unter dem Mittel liegen, 1898 und 1906 ist das Gefälle groß, die Isobarenhöhenwerte klein, die Regen größer. Jahre, die nur in wenigen Monaten west—östliche Gradienten haben, notieren auch nur in diesen einzelnen Monaten Niederschläge, so daß die Regenzeit eine kurze ist wie 1895, 1896, 1901, 1902, 1903, in anderen Jahren entspricht eine längere Regenzeit auch einem länger verzeichneten West—Ost-Gefälle, so 1893, 1897, 1898, 1905, 1906.

	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
Mittlere Isobaren-Höhenwerte . .	1.5	2.4	2.1	1.7	1.6	2.7	2.5	2.0	.	2.4	2.1	1.7	1.5	2.8	2.0	2.5

Auf der amerikanischen Seite wurde die Höhendifferenz der Schnittpunkte der auf der Isobarenkarte zu unterst eingezeichneten Isobare mit dem 45. und dem 55. westlichen Meridian bestimmt. Falls der Schnittpunkt auf dem 45. Meridian nördlicher lag als der auf dem 55. Breitengrad, wurde die Differenz mit dem +-Zeichen versehen, im anderen Falle mit dem —-Zeichen. Auch dieser Vergleich zeigt mit den Regen zu Cayenne eine Übereinstimmung, indem +-Isobarenhöhen meist positiven Regenschwankungen entsprechen. Der diesem Gefälle entsprechende Wind schwankt um NO, trifft also die Guayanaküste etwa senkrecht. Bei großer positiver Neigung der Isobaren wird die nördliche Komponente in der Windrichtung stärker, während bei negativer Neigung die Südkomponente der Winde größer wird. Im letzteren Falle kann der Wind für die Guayanaküste ablandig werden (siehe Nr. 13 auf Tafel 18).

	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
Mittl. Isob.-Höhenwerte an der Guineaküste Amerikas	0.5	0	1.8	0.1	1.7	-0.9	-0.1	-0.2	-0.2	-0.4	-0.5	0.1	1.0	0.7

Endlich sei für die Regen der Togoküste noch auf eine weitere Ursache hingewiesen. An dieser Küste fallen ausgeprägte Trockenzeiten im Juli—Oktober mit Auftrieberscheinungen von kaltem Wasser zusammen, wie folgende Temperaturmessungen des Oberflächenwassers zu Lome zeigen:[2])

[1]) Met. Office M. O. 203, 1910. Shaw schreibt über die Änderung der Windrichtung; „An examination of the Wind Charts of the South Atlantic shows that St. Helena is in what may be called an unstable position with reference to the run of the isobars and, in consequence, with reference to the winds related thereto. An oval shaped closed isobar is nearly to the South of its position and the displacement of the oval to the Eastward may put a good deal of casting into the direction of the wind at St. Helena, while a displacement to the Westward would exaggerate the southing".

[2]) Ergebnisse der Regenbeobacht. in Togo im Jahre 1910. Mitteil. aus den deutschen Schutzgebieten 1911, S. 51;

	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Mittel der Min.-Temperatur ° C. . .	21.6	21.0	21.7	21.9	22.8	20.3
« Temperatur Juli—Oktober . .	23.2	23.4	24.3	24.0	24.5	. .
Regen Lome Juli—Oktober	65	161	200	112	415	36
August—November . .	66	102	257	108	250	45

Die Ursache dieses Auftriebs dürfte eine Kompensationserscheinung bei beschleunigter Guineaströmung sein. Diese Strömung ist aber ein Effekt der Passate und des SW-Monsuns an der afrikanischen Guineaküste. Am einflußreichsten für die Regenverteilung der mittleren Guineaküste Afrikas dürfte der SO-Passat und der SW-Monsun sein, insbesondere die Tatsache, in welcher Weise der SO durch den Kontinent abgelenkt wird. Ein vollständiger Einblick ist durch das geringe Material nicht möglich. Die Auftrieberscheinung dürfte allein kaum die zeitweise Regenarmut der Togoküste begründen, die Möglichkeit scheint vielmehr gegeben, daß Richtung und Stärke des Windsystems wesentlich von Einfluß auf die Regenverteilung der Togoküste und der ganzen Guineaküste überhaupt ist.

Die Eisverhältnisse des Winters 1915/16 in außerdeutschen europäischen Gewässern.[1]

(Amtlich)

In dienstlichem Auftrage bearbeitet von Kapt. G. Reinicke.

Bei der Bearbeitung der Eisverhältnisse des Winters 1915/16 haben wie bei der vom Winter 1914/15 (vgl. Ann. d. Hydr. usw. 1916, S. 16) amtliche Berichte nur aus Schweden, Dänemark und den Niederlanden zur Verfügung gestanden. Berücksichtigt worden sind aber auch alle Eismeldungen, die der Deutschen Seewarte anderweitig, meistens im Zusammenhange mit Schiffahrtsnachrichten der Tagespresse, bekannt geworden sind und die für etwaige spätere Auskunft aufbewahrt werden.

I. Die Eisverhältnisse in den schwedischen und den russischen Gewässern der Ostsee.

A. Schluß der Schiffahrt.

1. **Der Nordbotten.** Der Winter stellte sich im nördlichsten Nordbotten schon mit dem 20. X. 1915 ein. Haparanda verzeichnete z. B. am 27. X. um 8h V —12°. Dann sind zwar auch dort Mitte November, im Zusammenhange mit einem Tief über Nordskandinavien, noch einmal einige Tage mit Temperaturen von 0° oder etwas darüber vorgekommen, mit dieser Ausnahme hat aber in Haparanda bis in die erste Aprildekade hinein strenger Frost geherrscht. In Hernösand, weiter südlich, hat die Periode milden Wetters Mitte November etwas länger angehalten, und dort sind auch im Januar einzelne Tage mit Temperaturen von 0° oder etwas darüber vorgekommen, abgesehen davon hat aber Hernösand und auch der südlichere Teil des Nordbottens, durchweg strenge Kälte gehabt, die erst in den letzten Märztagen zu Temperaturen über 0° überging.

Trotzdem der Winter also schon im Oktober eingesetzt hatte, wurde von Lulea noch am 17. XI. gemeldet, daß die Erzverschiffung zwar eingestellt, die Schiffahrt aber noch nicht durch Eis behindert sei; im Umea-Bezirk hat die Schiffahrt erst Mitte Dezember aufgehört. Um diese Zeit hatte sie aber auch im südlichen Nordbotten schon mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen. Zwar wurden die größeren Häfen durch den lebhaften Verkehr und mit Hilfe von Eisbrechern noch offen gehalten, aber wie beträchtliche Eismassen sich schon Mitte Dezember im südlichen Nordbotten ansammelten, geht hervor aus dem Bericht eines Norrland-Dampfers, der am 17. XII. außerhalb des Öregrundes sieben im Eise festliegende Dampfer gesehen hatte. Am 20. XII. wurde von

[1]) Die Eisverhältnisse an den deutschen Küsten im Winter 1915/16 vgl. Ann. d. Hydr. usw. 1916, S. 409.

Sundsvall gemeldet, durch westlichen Wind sei vor Bremö ein 5 bis 6 Sm breites Band freien Wassers entstanden. Allein von 19 in Sundsvall eingefrorenen Dampfern wagte sich nur einer, »Heimdall«, hinaus, der offenbar für Eisfahrt, wenn nicht Eisbrecherdienst, eingerichtet ist. Diesem Dampfer ist damals die Fahrt nach Stockholm tatsächlich geglückt; er kehrte von da wieder über ein Band freien Wassers an der Westseite des Nordbottens am 5. I. nach Sundsvall zurück und wird in späteren Berichten als Eisbrecher oder doch Eishilfe bringender, gelegentlich auch selbst Eisschaden leidender Dampfer oft erwähnt. Am 5. I. gelang es auch einem Kanonenboote und einem Eisbrecher das im Öresund eingefrorene Feuerschiff »Finngrundet« zu befreien, um es für etwa noch von Norden kommende Dampfer versuchsweise auszulegen. Auch von anderen Auseisungsarbeiten im südlichen Nordbotten wurde in den folgenden Tagen berichtet, und am 21. I. wurde von Gefle gemeldet: »Infolge des Südweststurmes der letzten Tage hat das schwere Packeis in der Gefle-Bucht angefangen, sich in Bewegung zu setzen, so daß von Limö aus in der Gegend von Eggegrund bereits ein Streifen offenes Wasser sichtbar ist. Darüber hinaus liegt allerdings ein schwerer Packeisgürtel, der sich bis Björn erstreckt. Von Örskär aus ist kein festes Eis mehr sichtbar, nur von Björn aus sieht man noch Treibeis. Man erwägt unter diesen Verhältnissen die Auseisung der hier eingefrorenen Dampfer.« Die letzte Bemerkung deutet schon an, wie sehr man sich in Anbetracht der hohen Frachten des Kriegswinters 1915/16 hat angelegen sein lassen, jede Gelegenheit zum Fahren auszunutzen. Und in der Tat bringen die schwedischen Eismeldungen aus der folgenden Zeit bis Ende Februar nichts als eine Menge von Berichten über mühsame, teils recht kostspielige Auseisungen, Eisschäden und dergl., darunter sind auch Meldungen über Versuche, mit Hilfe von Fliegern den Verbleib zweier finnischer Dampfer festzustellen, »Ariel« und »Lapponia«, die im südlichen Teile des Nordbottens im Eise festgeraten und mit diesem vertrieben waren.

Von der finnischen Seite des Nordbottens wurde nur gemeldet, daß Wasa am 16. I. geschlossen wäre und daß am 18. I. der finnische Reihendampfer wegen schweren Eises 27 Sm östlich von Sundsvall habe umkehren müssen und glücklich in Mäntylouto angekommen sei; der ganze Botten sei zugefroren, und jeder weitere Versuch zur Fortsetzung des finnischen Verkehrs würde zwecklos sein.

2. **Der Finnische Meerbusen.** Keine Meldungen.

3. **Der Rigaische Meerbusen.** Keine Meldungen.

4. **Die schwedischen Gewässer südlich vom Nordbotten**[1]. In den Schären-Fahrwassern nördlich von Stockholm entstanden die ersten Eisschwierigkeiten im Laufe der ersten Dezemberdekade. Furusund meldete am 10. XII. von den Fahrwassern nach Stockholm: »Eisrinne«. Ähnliche Meldungen folgten bis zum 20. XII. von den südlichen Schären oder Viken nach Norrköping, Gamleby u. a.

Um diese Zeit wurden auch an der Westküste Schwedens, im Fahrwasser nach Gothenburg, die Eisverhältnisse schwierig, für Segler sogar schon vor Varberg; von hier wurde aber später wieder eisfreies Wasser gemeldet. Die Schiffahrt auf dem Trollhätta-Kanal war schon am 7. XII. eingestellt worden.

Aus dem Kalmarsunde wurden die ersten Eisschwierigkeiten gegen Ende Dezember gemeldet. Die Eisverhältnisse waren dort am 10. I. noch verhältnismäßig gut, verschlechterten sich aber bald, so daß am 19. I. ein Dampfer von Borgholm bis Kalmar sechs Stunden gebraucht hat. Vor dem Oxelösund lag an diesem Tage eine unabsehbare Eisfläche, die Dampfer hatten sich schon 20 Sm südlich von Haradskär durch Eis durcharbeiten müssen, und bei Häfringe gingen die Lotsen zu Fuß über das Eis an Bord. Wenige Tage später war der Oxelösund infolge westlicher Winde wieder eisfrei. Bezeichnend für den Einfluß des Windes sind auch die folgenden Meldungen. Kalmar, den 8. II.: Infolge des frischen, südlichen Windes ist der südliche Kalmarsund voll meterdickes Packeis getrieben. Kalmar, den 11. II.: Nach Umspringen des Windes ist das Eis

[1] Die bisherige Bezeichnung dieses Absatzes: »Die schwedischen Gewässer südlich von Stockholm« ist aufgegeben, weil durch den Krieg die Fahrwasser durch die Schären von und nach dem Nordbotten auch für die nichtschwedische Schiffahrt erhöhte Bedeutung gewonnen haben.

aus dem südlichen Kalmarsunde südlich getrieben, so daß der Sund wieder frei ist. Oxelösund, den 14. III.: Der nördliche Wind hat das Eis aus dem Hafen getrieben, und dieses hat sich bei Häfringe so gestaut, daß die Lotsen nicht an Bord kommen können. Stockholm, den 17. III.: Infolge anhaltenden Ostwindes haben sich die Eisverhältnisse von Sandhamn so schwierig gestaltet, daß aller Verkehr hat eingestellt werden müssen. Stockholm, den 28. III: Alle Fahrwasser nach Stockholm sind durch schweres Treibeis geschlossen. Der südliche Wind hat das Eis gegen das Land getrieben. Die ganze Sörmland-Küste ist durch Eis blockiert.

B. Die Wiedereröffnung der Schiffahrt.

5. **Die schwedischen Gewässer südlich von Stockholm.** Die Schiffahrt in diesen Gewässern hat nie gänzlich, sondern nur immer einige Tage aufhören müssen, wenn der Wind das Eis gegen die Küste getrieben oder in Durchfahrten zusammengeschoben hatte. Wenn deshalb auch von einem eigentlichen Schlusse der Schiffahrt kaum gesprochen werden kann, so lassen die Meldungen doch eine Art von Wiedereröffnung erkennen. Von Norrköping wurde am 30. III. berichtet, daß der eingetretene Westwind die Eismassen von der Küste und aus den Stockholmschären getrieben und viele Schiffe befreit habe. Vom Kalmarsunde kam am 6. IV. die Meldung, daß dort alle Leucht- und Glockentonnen wieder ausgelegt seien. Der Trollhätta-Kanal ist am 18. IV. für den Verkehr frei geworden.

6. **Vom Rigaischen und vom Finnischen Meerbusen** sind keine Meldungen gekommen.

7. **Der Nordbotten einschließlich der Schärengewässer bis Stockholm.** Bezeichnend für die Eisverhältnisse ist die folgende Meldung: »Stockholm, den 11. IV. An der Norrlandküste bis herunter nach Gefle liegt das Eis noch so fest, daß an keine Schiffahrt zu denken ist. Im Grepen ist die Eisdecke bis Angskär aufgebrochen. Bei Svartklubben ist Treibeis bis Roten, im Osten und Süden ist offenes Wasser. Von Söderarm bis Furusund ist teilweise Treibeis, von dort bis Stockholm aber festes grobes Eis. Außerhalb Hufvudskär, Sandhamn und Dalarö ist das Wasser eisfrei.« Am 17. IV. wurde noch von Stockholm gemeldet, das Eis der finnischen Küste sei so schwer, daß es auch von Eisbrechern nicht bewältigt werden könne; aber schon am 20. IV. haben finnische Dampfer die Eisrinne nach Gefle aufgebrochen und mehrere Dampfer sind infolgedessen von Gefle ausgegangen. Der erste Dampfer von Stockholm ist in Raumö am 27. IV. angekommen.

Von Kristinehamn wurde die Eröffnung der Schiffahrt am 26. IV. gemeldet, und an diesem Tage war auch der Öresundsgrepen teilweise eisfrei. Auch von Skutskär bis Eggegrund war am 26. IV. das Eis durchgebrochen, dagegen lag es vor Bremö noch hoch aufgepackt fest. Von Sundsvall wurde dann erst am 19. V. gemeldet, daß die Schiffahrt eröffnet sei. Aber wie schwierig die Eisverhältnisse noch waren, ist aus einer Meldung vom 23. V. aus Gefle ersichtlich, wonach der nordöstliche Wind die Geflebucht voll Eis getrieben hatte und die nordwärts bestimmten Dampfer ihre Reisen nicht fortsetzen konnten. Am 26. V. sind in Gefle etwa 20 Dampfer und Segler angekommen und etwa ebensoviele in der Geflebucht vor Anker gegangen, um bessere Eisverhältnisse abzuwarten. Von Hudiksvall wurde sogar noch am 3. VI. gemeldet, die Schiffahrt sei eine kurze Zeit offen gewesen, sei aber durch schwere Eismassen, die der Wind gegen die Küste getrieben habe, fürs erste wieder unmöglich geworden. Vor Agö war die Schiffahrt für Segler sogar noch am 14. VI. beschwerlich. Diesen ungünstigen Eisverhältnissen im südlichen Teile des Nordbottens gegenüber waren die Eisverhältnisse im nördlichen Nordbotten um diese Zeit schon viel besser; denn schon am 20. V. war von Umeå und Piteå gemeldet worden, daß der schwere Nordwind alles Eis von der Küste abgetrieben und beide Bezirke ganz eisfrei gemacht habe.

Die Auslegung sämtlicher schwedischer Feuerschiffe und Seezeichen (ausgenommen »Kopparstenarne« und »Ölandsriff«) wurde am 17. VI. und die Einstellung der amtlichen schwedischen Eisberichte am 20. VI. gemeldet. Einzelnes gibt die

Tabellarische Zusammenstellung der Eisverhältnisse in den schwedischen Ostseehäfen im Winter 1915/16.

Nach Mitteilungen des Königlichen Nautischen Bureaus in Stockholm.

Hafen	Zugang[33])	Aufgang[34])	Einlaufen unmöglich für Segelschiffe	Einlaufen unmöglich für Dampfer	Einlaufen wieder möglich für Segelschiffe	Einlaufen wieder möglich für Dampfer
Malmö[1])	—	—	—	—	—	—
Skanör[2]	1915 21. XII.	1915 29. XII.	—	—	—	—
Trelleborg[3])	—	—	—	—	—	—
Ystad[4])	20. XII.	22. XII.	—	—	—	—
Simrishamn[5])	—	—	—	—	—	—
Åhus[6])	21. XII.	1916 15. I.	1915 26. XII.	—	1916 1. I.	—
Sölvesborg[7])	28. XI.	10. I.	—	—	—	—
Karlshamn[8])	—	—	—	—	—	—
Ronneby[9])	20. XII.	1915 25. XII.	20. XII.	—	1915 24. XII.	—
Karlskrona[10])	—	—	—	—	—	—
Wisby[11])	—	—	—	—	—	—
Kalmar[12])	13. XII.	1916 27. IV.	22. XII.	1916 22. III.	1916 3. IV.	1916 24. III.
Oskarshamn[13])	21. XII.	27. III.	1916 18. I.	—	20. I.	—
Vestervik[14])	14. XII.	11. IV.	1915 14. XII.	—	1. IV.	—
Arkösund[15])	11. XII.	5. IV.	19. XII.	1915 25. XII.	5. IV.	1. IV.
Oxelösund[16])	31. XII.	12. IV.	31. XII.	—	3. IV.	—
Norrköping[17])	7. XII.	20. IV.	10. XII.	—	15. IV.	—
Nyköping[18])	30. X.	21. IV.	30. X.	7. XII.	5. IV.	1. IV.
Stockholm[19])	31. XII.	10. IV.	31. XII.	—	1. IV.	—
Gefle[20])	30. XI.	18. V.	6. XII.	1916 29. I.	18. V.	18. IV.
Söderhamn[21])	27. XI.	18. V.	5. XII.	1915 27. XII.	2. V.	29. IV.
Hudiksvall[22])	27. XI.	10. V.	29. XI.	11. XII.	8. V.	3. V.
Sundsvall[23])	3. XII.	13. V.	4. XII.	23. XII.	5. V.	3. V.
Hernösand[24])	29. XI.	15. V.	29. XI.	19. XII.	15. V.	4. V.
Örnsköldsvik[25])	2. XI.	18. V.	3. XI.	15. XII.	18. V.	14. V.
Holmsund[26])	29. X.	18. V.	8. XI.	4. XII.	17. V.	11. V.
Umeå[27])	27. X.	16. V.	29. X.	25. XI.	17. V.	15. V.
Ratan[28])	9. XI.	5. VI.	29. XI.	6. XII.	5. VI.	22. V.
Skellefteå[29])	27. X.	1. VI.	26. XI.	29. XI.	3. VI.	29. V.
Piteå[30])	27. X.	30. V.	28. X.	25. XI.	30. V.	29. V.
Luleå[31])	4. XI.	5. VI.	4. XI.	23. XI.	5. VI.	18. V.
Salmis[32])	30. X.	1. VI.	31. X.	6. XI.	1. VI.	30. V.

[1]) Weder festes Eis noch Treibeis. [2]) Kein festes Eis, nur schwache Eisbildung 21.—29. XII. 1915. [3]) Kein Eis. [4]) Nur schwache Eisbildung 20.—22. XII. 1915. [5]) Hafen und Reede eisfrei den ganzen Winter hindurch. [6]) **G. D.:** 25 cm im Hafen 30. XII. 1915. Kein festes Eis noch Treibeis im Meere. [7]) **G. D.:** 10 cm im Hafen 23. XII. 1915. [8]) Kein Eis in den Fahrstraßen. — [9]) **G. D.:** 8 cm 23. XII. 1915. Kein festes Eis noch Treibeis außerhalb der Reede in den Fahrstraßen. [10]) Keine Eishindernisse während des Winters. [11]) Kein erwähnenswertes Eis. [12]) **G. D.:** 25 cm 25. II. 1916; festes Eis im Meere 21.—25. II. 1916; viel Treibeis 25. II.—6. IV. 1916. [13]) **G. D.:** 2 cm. Kein festes Eis, nur Eisbrei in den Fahrwasserstraßen. Eisfrei 20. I.—21. II. 1916. [14]) Festes Eis bis Idö Stångskär 31. XII.—5. I., 18.—22. I., 29.—31. III. Packeis: 22. XII.—3. III., 13. III.—1. IV. Viel Treibeis: 29.—30. XII. 1915, 15.—20. I., 13.—28. III. 1916. **G. D.:** 29. I. 1916: 30 cm. [15]) **G. D.:** 24. III. 1916 25 cm; 17.—18. I. 1916 dünnes, festes Eis im Meere bis zur Grenze der Seeweite; schweres Treibeis im Meere 9.—27. III. 1916. Die Reede eisfrei 21. I.—18. II. 1916. [16]) Kein festes Eis im Meere; Treibeis, bisweilen schwer, vom 3. I.—3. IV. 1916. 29. III. 1916 sehr schwer. [17]) **G. D.:** etwa 50 cm; die Seefahrt für Dampfer mit Eisbrechern offen gehalten. [18]) **G. D.:** 42 cm. [19]) Der Hafen mittels Eisbrechern offen gehalten. [20]) **G. D.:** 70 cm; die Seefahrt wurde mit Eisbrechern offen gehalten 1. XII.—13. I. und 25. I. 1916. Festes Eis im Meere: 25. XII.—3. I., 12.—18. I., 17.—23. II. und 5.—31. III. und zwischen Eggegrund und Gefle 24. XII. 1915 bis 25. IV. 1916. Viel Treibeis: 7.—29. V. 1916. [21]) **G. D.:** 60 cm; festes Eis in der Fahrstraße 26. XII. 1915 bis 20. IV. 1916. Viel Treibeis: 11. XII.—19. I., 14.—28. II., 26. IV.—4. VI. Treibeis wurde gesehen N und NO vom Storjungfru-Leuchtfeuer bis zum 14. VI. 1916. [22]) **G. D.:** 70 cm; festes Eis im Meere bis 60 km von der Küste 1. I.—28. IV. 1916. Große Massen von Treibeis längs der Küste 20. V.—7. VI. 1916. Im Hafen waren große Massen von Treibeis aufgehäuft vom 23. V. bis 10. VI. 1916. [23]) **G. D.:** 100 cm; festes Eis außerhalb Draghällan vom 24. II.—1. V. [24]) **G. D.:** 85 cm; festes Eis bis zur Grenze der Seeweite: 15. II.—28. III. 1916. Sehr viel Treibeis vom 12. XII. 1915 bis 30. V. 1916. Das Eis im Meere häufig sehr grob. [25]) **G. D.:** 100 cm; festes Eis bis 1′ u. 2′ 1. I.—10. V. 1916. Viel Treibeis 29. XI. 1915—22. V. 1916. [26]) **G. D.:** 25. III. 1916: 72 cm; festes Eis bis zur Grenze der Seeweite vom 8. XII. 1915 bis 2. V. 1916. [27]) **G. D.:** 25. III. 1916: 90 cm. Im Dezember und Januar war das Eis in Bewegung längs der Küste. Sonst lag es fest vom 8. XII. 1915 bis zum 2. V. 1916. [28]) **G. D.:** 15. IV. 1916: 73 cm; festes Eis im Meere bis zur Grenze der Seeweite 1. XII. 1915—13. V. 1916. [29]) **G. D.:** etwa 75 cm; festes Eis im Meere bis zur Grenze der Seeweite: 4. XII. 1915—28. I. 1916 und 11. II.—25. V. 1916. [30]) **G. D.:** 100 cm. Im Meere kein

offenes Wasser zu sehen: 8. XII. 1915—1. V. 1916. Viel grobes Treibeis: 2. V.—4. VI. 1916. [31]) G. D.: 90 cm; festes Eis: 4. XII. 1915—18. V. 1916. Viel Treibeis im Meere: 19. XI. 1915—9. VI. 1916. [32]) G. D.: 100 cm. Festes Eis im Meere vom 4. XI. 1915—30. V. 1916. [33]) Zugang = Anfang des Gefrierens. [34]) Aufgang = Eisfreier Hafen. G. D. = Größte Dicke des Eises.

II. Die Eisverhältnisse in den dänischen Gewässern.

Der Winter 1915/16 hat in Dänemark fünf Frostzeiten gehabt. Die erste Ende November und Anfang Dezember, die zweite in der dritten Dezemberdekade, teilweise in den Januar hineinreichend, die dritte in der letzten Februardekade und die beiden letzten im März. Außergewöhnlich milde ist der Januar gewesen, dessen Temperatur nach dem Durchschnitt von sieben Beobachtungsstellen 3.4° über der mittleren gelegen und im Verein mit der ebenfalls etwas zu hohen mittleren Temperatur im Februar den Winter 1915/16 fast so milde wie den von 1914/15 gemacht hat. Dementsprechend sind auch wenig Tage mit Eis aufgetreten, im Durchschnitt 7.3, gegen 14.7 im Durchschnitt der letzten 10 Jahre. Wie sich in dieser Zeit die Tage mit Eis auf die verschiedenen Gewässer verteilt haben, zeigt die folgende Tabelle.

Zahl der Tage, an denen Eis vorhanden war:

Art der Gewässer	1906/7	1907/8	1908/9	1909/10	1910/11	1911/12	1912/13	1913/14	1914/15	1915/16
In Fahrstraßen	6.6	0.2	18.6	0.1	0	17.7	0.3	0.1	0	0.1
« Häfen an Fahrstraßen	17.4	2.9	28.4	2.2	0.5	20.4	3.2	2.1	0.5	2.7
« teilweise geschlossenen Gewässern	24.2	6.7	41.0	2.1	0.2	35.1	6.2	4.6	2.7	3.7
« Häfen an geschlossenen Gewässern	52.8	25.5	69.2	14.2	9.6	49.1	18.4	15.0	16.9	18.1
« geschlossenen Gewässern	57.9	32.2	66.3	20.7	5.6	52.9	19.1	16.6	19.3	22.1
An allen Beobachtungsstellen	30.3	10.1	38.8	5.7	2.4	31.5	7.4	6.0	6.1	7.3

Danach haben wie im Winter 1914/15 nur geschlossene Gewässer wochenlang Eis gehabt. Als solche sind hervorzuheben Skive-Fjord und -Hafen, Teile des Limfjordes, Randers-Fjord und Kolding; vor Nibe im Limfjord ist sogar der Dampferverkehr an 11 Tagen geschlossen gewesen. Weitere Einzelheiten gibt die folgende Tabelle.

Die Eisverhältnisse in den dänischen Gewässern.

In dieser Tabelle bedeuten:

Die ersten Zahlen hinter den Namen: Zahl der Tage, an denen die Schiffahrt behindert gewesen ist.
« zweiten « « « « « « « « « « Segelschiffahrt unmöglich war.
« nicht eingeklammerten Daten: Nur die Segelschiffahrt geschlossen.
« mit runden Klammern umschlossenen Daten ( ): Dampfschiffahrt behindert.
« « eckigen « « « [ ]: Schiffahrt geschlossen.

1. **Westküste Jütlands.**
Esbjerg 3, 0.

2. **Limfjord.**
Lemvig-Hafen 0, 2, 23. XII. und 1. I., (24. XII.—31. XII.).
Skive-Hafen und -Fjord 52, 1, 2. I., (21. XII.—1. I.).
Limfjord vor Aalborg 9, 4, 23.—26. XII.

3. **Kattegat.**
Randers-Fjord 29, 0.
Horsens-Hafen und -Fjord 5, 0.
Odense-Hafen und -Kanal 24, 0.

4. **Sund.**
Fahrwasser von Helsingör 0.
Hafen von Helsingör 0.
Fahrwasser von Kopenhagen 0.
Hafen von Kopenhagen 0.
Fahrwasser südlich von den Drogden 0.

5. **Großer Belt.**
Nyborg-Hafen 0.
Nakskov-Hafen 17, 0.

6. **Kleiner Belt.**
Vejle-Hafen und -Fjord 17, 0, (24. und 25. II.).

Fredericia-Hafen 0.
Kolding-Hafen und -Fjord 26, 2, 22. und 23. XII.

7. **Ostsee.**
Nysted Bredning 7, 7, 23.—29. XII.

8. **Isefjord.**
Holback-Hafen und -Fjord 12, 0.

9. **Smaalands-Gewässer.**
Selskör-Hafen und -Fjord 0.
Bandholm-Hafen 14, 0.
Vordingborg-Hafen 16, 0.

10. **Fahrwasser südlich von Fünen.**
Faaborg-Hafen und -Fjord 0.
Rudkjöbing-Hafen 1, 0.
Marstal-Hafen 0.

Die an 17 Stationen gemessene Stärke des Eises hat in Häfen und geschlossenen Fahrwassern durchschnittlich 9 cm betragen und in Aggersund mit 35 cm zusammengeschobenen Eises ihren Höchstwert erreicht. Von den dänischen Feuerschiffen ist Eises wegen im Winter 1915/16 kein einziges eingezogen gewesen.

III. Die Eisverhältnisse in holländischen Gewässern.

Der Winter 1915/16 ist in Holland zu warm gewesen. Dies zeigt sich in der folgenden Reihe

1907/08	1908/09	1909/10	1910/11	1911/12	1912/13	1913/14	1914/15	1915/16
— 0.22°	— 1.23°	+ 0.78°	+ 0.43°	+ 0.97°	+ 1.02°	+ 1.44°	+ 0.39°	+ 0.39°

deren Zahlen für den einzelnen Winter angeben, um wieviel die mittlere Temperatur der Monate November bis März, beide eingeschlossen, von der normalen abgewichen ist. Allerdings sind die Monate November und März, ähnlich wie im Winter vorher, zu kalt gewesen, aber gerade die eigentlichen Wintermonate, in denen Eis der Schiffahrt am leichtesten hinderlich wird, sind zu warm gewesen. Die Januartemperatur hat im Mittel sogar etwa 3.8° über der normalen gelegen.

Von einer eigentlichen Frostperiode kann auch kaum gesprochen werden; zwar ist in der Nacht vom 27. zum 28. XI. unter dem Einflusse eines Hochdruckgebietes die Temperatur in Helder und Mastricht bis — 10.6°, in Groningen bis — 10.2°, in de Bilt bis — 8.8° und in Vlissingen bis — 6.0° gesunken, doch hat dieser starke Frost nicht so lange angehalten, daß es dadurch zu Schiffahrt hindernder Eisbildung hat kommen können. Bei der Kürze dieses Frostes ist dann auch den ganzen Winter hindurch die Wassertemperatur »zu hoch« gewesen.

Die Eismeldungen beschränken sich auf Hembrug, von wo am 28. und 29. XI. »Eis ohne Behinderung der Schiffahrt« gemeldet worden ist, und auf die folgenden Angaben.

Die Eisverhältnisse des Winters 1915/16 an der Zuiderseeküste, der Yselmündung und den Watteninseln.

Nieuwstatensiel	Delfsiel	Ezumersiel	Lemmer	Kraggenburg	Schokland	Marken	Helder (Hafen)	Helder (Marstief)	Oudeschild	Eierland	Rottumeroog (Südseite)
1. Zahl der Tage mit Eis ohne Behinderung der Schiffahrt.											
8	6	10	7	9	9	5	2	4	4	7	3
2. Zahl der Tage mit Schluß der Segelschiffahrt.											
7	—	4	—	3	4	—	—	1	—	—	1
Erste Eismeldung.											
25. XI. 24. II.	24. II.	28. XI. 24. XII. 23. II.	28. XI.	27. XI. 22. XII. 24. II.	28. XI. 22. XII. 24. II.	28. XI.	28. XI.	24. II.	26. II.	28. XI. 25. II.	28. XI.
Letzte Eismeldung.											
2. XII. 1. III.	29. II.	30. XI. 24. XII. 29. II.	4. XII.	1. XII. 23. XII. 28. II.	30. XI. 23. XII. 2. III.	2. XII.	29. XI.	28. II.	29. II.	30. XI. 28. II.	1. XII.

Für Dampfer ist die Schiffahrt nicht geschlossen und Eisbrecher sind nicht tätig gewesen.

IV. Über die Eisverhältnisse in norwegischen Gewässern

liegen nur wenige Meldungen vor. Schon am 4. XI. wurde von Bergen gemeldet, daß die Dampfer Mühe hätten, das Eis in den Fjorden durchzubrechen. Dann wurde von Christiania am 15. XII. gemeldet, ein Eisbrecher sei nach Hevik abgegangen, um eine Rinne für einen Dampfer zu brechen. In der Woche vom 12. bis zum 18. III. hat ein Dampfer das Eis im Idefjord aufgebrochen, und die letzte Meldung vom 20. III. von Stavanger besagt, daß die Schiffe durch Eis unbehindert an ihre Liegeplätze holen könnten.

V. Island.

Die Meldungen aus isländischen Gewässern beschränken sich auf die Zeit vom 10. bis 23. III. Am 10. III. wurde Polareis unweit Kjogur gesichtet. Am 20. III. waren 40 Kilometer nordwestlich vom Siglufjord beträchtliche Eismassen in Sicht, und am 23. III. war Eis in den Siglufjord eingedrungen; die Durchfahrt war aber unbehindert.

VI. Archangel.

Nach einer Kopenhagener Meldung vom 28. IX. war der Hafen von Archangel damals schon teilweise zugefroren; von Mitte Oktober wurde aber wieder berichtet, daß in Archangel kein Eis sei. Dann wurde am 26. X. gemeldet, die Fahrten der Murman-Reederei nach Vardö seien eingestellt, die Küstenfahrt im Weißen Meere würde aber noch aufrechterhalten. Am 29. X. bildete sich Eis auf dem Flusse (Dwina), und nach einer Meldung vom 6. XI. wurde der Verkehr noch durch Eisbrecher aufrechterhalten. Eine Reihe von späteren Meldungen, wonach in Archangel 15 Eisbrecher tätig gewesen sind, geben dann nur ein allgemeines Bild von zunehmenden Eisschwierigkeiten. Der russische Generalkonsul in London hat am 20. XII. noch bekannt gegeben, daß nach Archangel bestimmte Dampfer kostenlos durchgeeist würden; es scheint aber sehr zweifelhaft, ob damals Durcheisen noch möglich gewesen sei. Jedenfalls wurde in einem Telegramm vom 28. XII. zugegeben, daß die Schiffahrt im Weißen Meere als geschlossen angesehen werden müsse. Der letzte Dampfer, der Archangel verlassen hat, der norwegische D. »Modiy«, ist am 27. oder 28. XII. in Tromsö angekommen. Über 100 Schiffe sollen im Weißen Meere vom Eis überrascht und gezwungen worden sein, darin zu überwintern.

Die ersten Dampfer sind nach einer Privatmeldung am 3. VI. 1916 in Archangel angekommen. Am 10. VI. sind die norwegischen Dampfer, die Archangel nicht mehr vor Schluß der Schiffahrt erreicht hatten und in der Kola-Bucht überwintert haben, nach Archangel weitergegangen. Ihre Ankunft dort ist vom 14. VI. gemeldet worden; sie haben im Weißen Meere noch schwere Eismassen gefunden. Die Dwina ist am 5. V. eisfrei geworden.

VII. Das Schwarze Meer.

Es ist nur eine Meldung aus Mariupol vom 26. I. 1916 bekannt geworden, wonach das Asowsche Meer voll Eis war, das bis 15 Sm außerhalb Belaiseraikas reichte. Die Schiffahrt sei am 1. I. 1915 eröffnet und mit Hilfe zweier Eisbrecher bis zu dem obigen Tage, dem 26. I. 1916, offen gehalten worden.

Henrik Mohn †.

Am 12. September d. J. ist in Norwegen Professor Henrik Mohn, der Begründer und langjährige Direktor des Norwegischen Meteorologischen Instituts, im Alter von 81 Jahren gestorben.

Mohn wurde am 15. Mai 1835 in Bergen geboren und war nach Abschluß seiner Universitätsstudien von 1860 bis 1866 als Observator an der Sternwarte in Kristiania tätig. Die Bearbeitung der dort gesammelten meteorologischen Beobachtungen veranlaßte ihn, sich der Meteorologie zuzuwenden und die Gründung eines meteorologischen Instituts in Norwegen anzuregen. Als hierzu die Mittel bewilligt waren, wurde Mohn im Jahre 1866 zum Direktor des Instituts und gleichzeitig zum Professor der Meteorologie an der Universität in Kristiania ernannt.

In jahrzehntelanger Wirksamkeit sind unter seiner Leitung die klimatischen Verhältnisse Norwegens erforscht worden. Schon vom Jahr 1867 an beginnt die regelmäßige Veröffentlichung des »Norsk Meteorologisk Aarbog«; Hand in Hand mit dem Ausbau des meteorologischen Stationsnetzes und der Drucklegung der Beobachtungen geht gleichzeitig eine Bearbeitung der Beobachtungen zur Klimakunde Norwegens, die schließlich zu der Sammlung »Klimatabeller for Norge« führte, in denen in 14 Einzelbearbeitungen das gesamte Beobachtungsmaterial einheitlich zusammengefaßt wird (1896—1906). Zahlreiche Arbeiten in der Meteorologischen Zeitschrift geben Kunde von der Mitarbeit Mohns an der Weiterentwicklung der Meteorologie; namentlich zu erwähnen sind seine in Gemeinschaft mit C. M. Guldberg veröffentlichten Untersuchungen »Sur les mouvements de l'atmosphère« 1876 und 1880, die in abgeänderter Form auch als Aufsätze in der Meteorologischen Zeitschrift erschienen.

Außer durch seine fachwissenschaftlichen Arbeiten ist Mohn in weiteren Kreisen Deutschlands bekannt geworden durch sein 1874 erschienenes Buch »Grundzüge der Meteorologie« (eine erweiterte Übersetzung des 1872 in norwegischer Sprache veröffentlichten Buches »Über Wind und Wetter«). Mohns Grundzüge der Meteorologie, in vielen Auflagen erschienen, sind jahrzehntelang eine unübertroffene Einführung in die Hauptgesetze der Meteorologie gewesen und in alle Kultursprachen übersetzt worden. Die Ergebnisse seiner Forschungen veröffentlichte Mohn gern in deutschen Zeitschriften, auch in den Annalen der Hydrographie usw. sind einige seiner Arbeiten erschienen; zu erwähnen sind seine grundlegenden Studien über Nebelsignale und über die Fortpflanzung des Schalles bei Färder im Kristiania-Fjord, über die er im Jahrgang 1892 und 1895 dieser Zeitschrift mehrere ausführliche Untersuchungen niederlegte. Wenn er in Deutschland war, pflegte er auch die Deutsche Seewarte zu besuchen, um hier durch persönlichen Gedankenaustausch die wissenschaftlichen Beziehungen enger zu gestalten.

Aber nicht nur die Meteorologie und Klimatologie, auch die Meereskunde hatte in Mohn einen tatkräftigen Förderer. Gemeinschaftlich mit G. Sars regte er die große Norwegische Nordmeer-Expedition auf der »Vöringen« 1876/78 an, an der er selbst teilnahm. Nach Beendigung der Expedition wurde er Präsident der Kommission für die Veröffentlichungen der Expedition und Bearbeiter der meteorologischen und ozeanographischen Ergebnisse. Diese Tätigkeit hat ihn lange Jahre beschäftigt; von besonderem Wert ist die Bearbeitung seiner ozeanographischen Beobachtungen nach neuen Gesichtspunkten, indem er durch Berechnung einer »Dichtigkeitsfläche« und einer »Windfläche« die Bewegungen des Meeres (»Stromfläche«) ableitete. Diese Untersuchungen erschienen auch in deutscher Sprache in den Ergänzungsheften zu Petermanns Mitteilungen (Jahrgang 1885).

Mit seinen Erfahrungen und Kenntnissen hat Mohn auch andere Expeditionen in hohem Maße gefördert, vor allem Nansens Durchquerung Grönlands und Nansens Expedition durch das Nordpolarbecken mit der »Fram«, wozu er wohl die erste Veranlassung gegeben hat durch seine Vermutung, daß die Reste der »Jeannette«-Expedition in der Nähe des Pols vorbeigetrieben seien. Mohn hat

nach der Rückkehr von Nansen die meteorologischen Beobachtungen von Nansens beiden Expeditionen bearbeitet, und wir verdanken ihm viele Beiträge zur Kenntnis des Polarklimas; noch vor einem Jahre erschien aus seiner Feder auch die Bearbeitung der meteorologischen Bearbeitung von Amundsens antarktischer Expedition (siehe diese Zeitschrift 1916, S. 316).

Ein reiches Forscherleben hat seinen Abschluß gefunden, Norwegen hat in Mohn einen Gelehrten ersten Ranges verloren, die meteorologische und ozeanographische Wissenschaft einen ihrer vornehmsten Förderer.

W. Brennecke.

Kleinere Mitteilungen.

Zur Frage der Lufttemperatur an der Meeresoberfläche.

Prof. Dr. G. Schott war so freundlich, der großen holländischen ozeanographischen und maritim-meteorologischen Arbeit »Oceanografische en meteorologische Waarnemingen in den Indischen Oceaan« eine eingehende Besprechung zu widmen[1]).

Ohne Zweifel wird dieserseits bei künftigen Arbeiten auf diesem Gebiete auf gewisse Bemerkungen und Verbesserungsvorschläge Rücksicht genommen werden. In anderen Punkten glauben wir vorläufig unsere Arbeitsmethode vorziehen zu müssen. Wir halten es z. B. nicht für wünschenswert, in Karten, welche für den praktischen Gebrauch möglichst bequem gemacht werden sollen, die den Seefahrenden nicht besonders geläufige Schwerekorrektion anzubringen; in der jetzigen Form schließen die Karten sich direkt den korrigierten Beobachtungen im meteorologischen Tagebuch an. Auf die Besprechung der Linien gleicher Lufttemperatur (S. 153) möchten wir etwas näher eingehen. Nach Schott sollen die niederländischen Daten »von dem zweifellos vorhandenen Einfluß der Meeresströmung auf die Temperaturverteilung der Luft nichts oder fast nichts aufweisen«. Diese Behauptung ist gewiß zu stark gefaßt.

Der allgemeine Isothermenverlauf sowie örtliche Ein- und Ausbiegungen weisen deutlich auf Zusammenhang mit den Meeresströmungen hin.

Wie groß jedoch der örtliche Einfluß sein kann oder soll, darüber müssen in erster Linie die direkten Beobachtungen entscheiden.

Betrachten wir jetzt die betreffenden Karten auf den Rücken der Monatskarten für den Indischen Ozean und in den holländischen Atlanten, z. B. für die Monate Januar und Juli in der Kapgegend. Die Isotherme des Meerwassers für 20° bleibt im Januar zwischen 20° und 30° O-Lg. Grw. auf den deutschen Karten nördlich von 38° S-Br., auf den holländischen Karten zwischen 39° und 37° S-Br.; auf den deutschen Karten überschreitet sie 20° Länge nicht, auf den holländischen läuft sie bis 17° Länge.

Die Luftisotherme bleibt auf beiden Karten etwas nördlicher, hat jedoch auf der deutschen Karte eine schroffe Einbiegung, welche sich mit den Mittelwerten aus direkten Beobachtungen auf den holländischen Karten nicht verträgt.

Im Juli verlaufen die Wasserisothermen von 17.5° fast parallel auf beiden Karten; die Luftisothermen weisen jedoch einen erheblichen Unterschied auf. Es zeigt sich also, daß der Unterschied hauptsächlich von der Arbeitsmethode für die Lufttemperaturen herrührt.

Wie bekannt, wird vielfach nach Köppens Vorgang die Lufttemperatur nach Anbringung einer Korrektion aus der Wassertemperatur abgeleitet, während für die holländischen Karten direkte Beobachtungen benützt wurden. Köppens Vorgang hat unserer Meinung nach nur Vorzüge, wenn die Korrektion für die betreffende Gegend genauer bekannt ist, als die aus direkten Beobachtungen abgeleitete Lufttemperatur.

[1]) Ann. d. Hydr. usw. 1916, Heft III.

In einer Veröffentlichung [1]) des Königlich Niederländischen Meteorologischen Instituts über Luft- und Wassertemperatur im Indischen Ozean wurde schon darauf hingewiesen, daß gerade in der Gegend des Agulhasstromes große Unterschiede vorkommen zwischen den von Köppen und von uns gefundenen Differenzen.

Im Monat August erreichte die Differenz einmal fast 3° C., im Juli noch etwa 1.5° C., im Januar 1° C. Die Zahl der Beobachtungen war in unserem Falle erheblich größer und oft so groß, daß in Meeresgegenden mit großem Bewölkungsgrad die aus direkten Beobachtungen berechneten Mitteltemperaturen der Luft um nicht mehr wie einige Zehntel zu hohe Werte aufweisen dürften.

In Mededeelingen en Verhandelingen 19 gaben wir auf Seite 28 eine Tabelle, wo die Differenz Wasser- minus Lufttemperatur aus sechsmal täglichen und aus den Beobachtungen von 8h V. und 8h N. berechnet wurde. Die Abweichungen waren gering und viel kleiner als die zwischen den Köppenschen und unseren Differenzen.

In welcher Weise die Deutsche Seewarte die Unterschiede Wasser- minus Lufttemperatur festgestellt hat, ist uns nicht bekannt. Solange nicht bewiesen wurde, daß die örtlichen Differenzen eine größere Genauigkeit besitzen als unsere Lufttemperaturmittel, muß die Möglichkeit anerkannt werden, daß der von Prof. Schott hervorgehobene Einfluß des Meereswassers auf die Lufttemperatur von den deutschen Karten örtlich zu groß angegeben wird.

De Bilt, 9 August 1916.

P. H. Gallé,
Zweiter Vorstand Abteilung Ozeanografie
und maritime Meteorologie.

Antwort des Referenten.

Für die Ausführungen des Herrn Gallé bin ich dankbar, zumal ich gestehen muß, daß die im September 1914 mir freundlichst vom Kgl. Niederländischen Meteorologischen Institut zugesandte Arbeit Herrn Gallés über das Verhältnis von Luft- und Wassertemperatur im Indischen Ozean [2]), eine Arbeit, die wir hier auf der Seewarte mehrfach zu Rate gezogen haben, im Augenblick der Niederschrift meines Referates (Febr. 1916) mir nicht in den Kopf gekommen ist. Diese Untersuchung ist aber, in Verbindung mit den neuesten niederländischen Temperaturkarten, geeignet, zur Klärung der Hauptfrage beizutragen: Ist überhaupt und, gegebenenfalls, in welchem Grade ein direkter Einfluß der Meeresströmung auf die Lufttemperatur vorhanden? Ich beschränke mich auf das auch von Gallé bevorzugte Beispiel des Agulhasstromes, Monate Januar und Juli, und erhalte nach den niederländischen und deutschen Karten, zwischen den Isothermen interpolierend, für drei recht im Hauptstrich der warmen Strömung gelegene Positionen folgende Werte:

Ort	Januar						Juli					
	Niederländ. Karten			Deutsche Karten			Niederländ. Karten			Deutsche Karten		
	Luft	Wass.	Diff.	Luft	Wass.	Diff.	Luft	Wass.	Diff.	Luft	Wass.	Diff.
30° S, 35° O	24.3	25.0	0.7	25.0	25.0	0.0	19.8	21.7	1.9	20.8	21.8	1.0
35° S, 30° O	22.0	22.5	0.5	21.5	22.8	1.3	17.0	19.0	2.0	18.0	20.0	2.0
37° S. 20° O	20.0	20.8	0.8	19.0	20.0	1.0	15.0	17.6	2.6	15.2	17.6	2.4
Mittel der Differenzen			0.7			0.8			2.2			1.8

Man sieht, dies ist eine im Mittel überraschend gute Übereinstimmung der Differenzwerte, dem Sinne nach und den Beträgen nach. Allerdings wurde

[1]) Koninklyk Nederlandsch Meteorologisch Instituut. 102. Mededeelingen en Verhandelingen 18. P. H. Gallé. Luft- und Wassertemperatur im Indischen Ozean. I. Tägliche Periode, II. Verhältnis von Luft- und Wassertemperatur.

[2]) Mededeelingen en Verhandelingen, Nr. 18.

auch bei dem niederländischen Material nach den Isothermen interpoliert, nicht nach den Werten der Zweigradfelder. Wenn ich aus den »Mededeelingen« Nr. 18 nach den daselbst gegebenen zwei Differenzkarten oder aus dem Text S. 20 u. 27 entsprechende Werte für die umgrenzenden größeren Flächen entnehme, erhalte ich im Mittel für Januar 0.3°, für Juli 1.1° Differenz, dem Sinne nach also das gleiche Verhältnis — nämlich ein Anwachsen des Unterschiedes im Winter —, aber nicht unerheblich niedrigere Beträge.

Wir können nun die obenstehenden Reihen auch mit dem älteren englischen Material vergleichen (Charts of meteorological data for the Ocean district adjacent to the Cape of Good Hope; Official No. 43, Meteorological Council, London 1882). Es ergibt sich für die gleichen Positionen:

Ort	Januar			Juli		
	Englische Karten			Englische Karten		
	Luft	Wasser	Differenz	Luft	Wasser	Differenz
30° S, 35° O	24.3	24.4	0.1	20.3	21.1	0.8
35° S, 30° O	21.7	22.4	0.7	17.9	19.3	1.4
37° S, 20° O	18.9	20.7	1.8	15.1	16.8	1.7
Mittel der Differenzen			0.9			1.3

Auch hiernach bewegen sich die Unterschiede zwischen der Luft- und Wassertemperatur trotz einiger Abweichungen im einzelnen im Durchschnitt auf etwa gleichem Betrage, und auch hiernach steigt der Unterschied vom Sommer zum Winter. Köppen hat 1890 in seiner grundlegenden Arbeit über das Verhältnis von Luft- und Wassertemperatur (diese Zeischrift 1890, S. 449 oben) für das warme Stromgebiet 35 bis 40° S, 20 bis 35° O im Januar eine Differenz von 1.3°, im Juli eine solche von 1.9° berechnet.

Wenn nun der Einfluß von Meeresströmungen auf die Temperatur der darüber lagernden Luft in Frage steht — und die Fassung meiner Bemerkung auf S. 153 dieser Zeitschrift legt diese Frage nahe —, so ist zuzugeben, daß alle drei Originalquellen, das niederländische, englische und deutsche Material, keine grundsätzlich verschiedenen Unterschiede im Verhalten von Luft- und Wassertemperatur zeigen, ihr Ergebnis also eindeutig verwendet werden kann. Und zwar werden mit wachsendem Material die Differenzen offenbar kleiner, mindestens im Vergleich zu Köppens Darstellung von 1890; d. h. die von Köppen schon nach wenig Material festgestellte Anpassung der Lufttemperatur an die Wassertemperatur ist noch größer, der Einfluß der Meeresströmung auf die Temperatur der Atmosphäre in der Agulhas-Gegend auch aus dem niederländischen Material noch verstärkt ersichtlich (siehe auch Gallé a. a. O. S. 22), als früher anzunehmen war.

Gleichwohl besteht ein nicht unwesentlicher Unterschied zwischen der Linienführung der Isothermen in den deutschen und in den niederländischen Karten; und nur darin ist der Meinungsunterschied zwischen Herrn Gallé und mir tatsächlich wohl zu suchen. Herr Gallé berücksichtigt die Beobachtungen der Küstenstationen nicht — im ganzen niederländischen Atlas sind grundsätzlich die meteorologischen Faktoren der angrenzenden Landgebiete nicht in die Darstellung hereinbezogen — und er kommt deshalb dicht unter Land zu sehr hohen Temperaturen, die mit denen der Küstenorte nicht vereinbar sind, während die deutschen Isothermen die Beobachtungsergebnisse der Landstationen mitverwertet zeigen. (Diesen Hinweis auf die Linienführung der deutschen Karten verdanke ich Herrn Köppen, der zu der ganzen Frage mehrfach freundlichst sich geäußert hat.) Hieraus gibt es nur zwei Auswege: entweder sind die Lufttemperaturen an Bord systematisch zu hoch oder es ist, wenn sie richtig sind, das Lufttemperaturgefälle zwischen Küste und See so groß, daß die Isothermen unmittelbar unter Land anders als bei Gallé verlaufen müssen; die Luft-

isothermen müssen dann nämlich in dem von Köppen auf den deutschen Karten eingeführten Sinne stark zurückbiegend geführt und der Küste noch mehr, als früher von ihm angenommen, genähert werden. Man kann eben nicht in allen Fällen die Isothermen absolut streng nach den Zahlen ziehen, sondern nur unter Berücksichtigung der ganzen Sachlage; den Isothermen Gallés fehlen die notwendig vorhandenen und charakteristischen Biegungen in der hier untersuchten Meeresgegend. Das habe ich seiner Zeit zum Ausdruck bringen wollen.

17. September 1916. Schott.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Sammlung von Hilfstafeln der Hamburger Sternwarte in Bergedorf, herausgegeben vom Direktor Dr. Richard Schorr. Gr. 8⁰. 100 Tafeln. Hamburg 1916. Lucas Gräfe.

Das vorliegende Tafelwerk ist aus dem Bedürfnis hervorgegangen, die rechnerische Bearbeitung der astronomischen Messungen für einen bestimmten Beobachtungsort (Sternwarte Bergedorf) möglichst zu vereinfachen; zu dem Zwecke sind die geographischen Koordinaten des Beobachtungsortes und deren Funktionen als Konstanten betrachtet und vielfach in die Tafelwerte aufgenommen worden. Derartige Tafeln finden sich auf jeder Sternwarte, sie pflegen meistens auf einzelnen Blättern handschriftlich hergestellt zu werden. Wenn aber eine Reihe von Beobachtern von solchen Sondertafeln Gebrauch machen soll, ist es vorteilhaft, sie zur Drucklegung zu bringen. Die praktische und übersichtliche Anordnung der Bergedorfer Hilfstafeln kann als vorbildlich auch für andere feste Beobachtungsorte gelten.

Außer den Sondertafeln für Bergedorf enthält die vorliegende Zusammenstellung aber auch eine Reihe allgemeingültiger Tafeln, die in verschiedenen Werken zerstreut und zum Teil schwer zugänglich sind; als Beispiele hierfür mögen die Tafeln der Gammafunktionen, der Exponentialfunktionen und der Hyperbelfunktionen genannt werden. — Eine besondere Erwähnung verdienen die Tafeln der Phänomene und die chronologischen Tafeln. Es sind die Neumonde sowie die Sonnen- und Mondfinsternisse für den Zeitraum von 1901 bis 2000 nach den Werken von Oppolzer angegeben. Im Anschluß hieran folgen mehrere Abschnitte, die sich auf die christliche Festrechnung alten und neuen Stils sowie auf die Kalender der Juden und Mohammedaner beziehen. Auch ein immerwährender Kalender zur Ermittelung des Wochentages eines beliebigen Datums ist eingefügt. Am Schluß des Werkes sind die Bahnelemente der großen Planeten, des Mondes und der periodischen Kometen sowie eine Reihe geodätischer Konstanten zusammengestellt.

Direktor Dr. Schorr erwähnt im Vorwort, daß er von den Beamten der Bergedorfer Sternwarte, insbesondere von den Herren Dr. Dollberg, Dr. Graff, Dr. Messow und C. Vick, bei der Berechnung und bei der Drucklegung der Tafeln tatkräftig unterstützt worden sei. Dr. Stechert.

Johannes Knudsen: **Danske Søkort af Jens Sørensen (1646—1723).** Mit dänischem und englischem Text. Kopenhagen 1916. F. Hendriksens Reproduktions-Atelier. 60 Kronen.

1647 wurde Bagge Vandel aus Schleswig zum Direktor der Seefahrtschule in Kopenhagen ernannt und erhielt den Auftrag, neue Seekarten anzufertigen. 1667 sollten nach seiner Angabe Karten im Druck erscheinen, »wie sie noch nie gesehen wären«. 1676 fuhr er zur Vermessung der Häfen nach Bornholm. Bei seinem Tode 1683 war noch keine einzige Karte erschienen. Sein Nachfolger Jørger Dinesen Oxendorph fertigte 1688 eine Karte des Sundes und 1689 eine Karte der Einfahrt nach Kopenhagen an die aber nicht veröffentlicht sind. Jens Sørensen erbat sich im Sommer 1689 vom König die Erlaubnis, neue Seekarten aufzunehmen, da die holländischen voll Fehler waren. Durch sorgfältige Beobachtungen in langer Seefahrtzeit hatte er sich eine gute Kenntnis der Untiefen erworben. Er hatte auch einige Karten selbst gezeichnet und durch Kupferdruck auf eigene Kosten vervielfältigen lassen. Die Erlaubnis wurde ihm erteilt. Mit Eifer machte er sich ans Werk, und bald waren eine zuverlässige Küsten- und eine Seekarte der dänischen Gewässer entworfen. Trotz seiner Bitten wurden die Karten durch die Admiralität nicht veröffentlicht. Nach dem Katalog des Hydrographischen Amtes (1784—85) hat er 80 Karten entworfen, wovon mehrere Karten Kopien sind. In Anbetracht seiner primitiven Methoden und Hilfsmittel und seiner geringen wissenschaftlichen Vorbildung ist die Güte der Arbeit bewundernswert.

Die angekündigte Sammlung enthält Nachdrucke von 26 handschriftlichen Karten in einer Mappe. Im ganzen sind 65 numerierte Mappen hergestellt, wovon die Hälfte verkauft werden soll. Wd.

Buchholz, Hugo, Prof. Dr.: **Angewandte Mathematik. Das mechanische Potential und seine Anwendung zur Bestimmung der Figur der Erde (Höhere Geodäsie).** Mit einem ergänzenden Anhang über das elastische und das hydrodynamische Potential (auf Grund von Vorlesungen Ludwig Boltzmanns). Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 237 Textfiguren. 8⁰. 820 S. und XXXVIII, Leipzig 1916. Johann Ambrosius Barth.

Das Werk bezweckt, die astronomischen und geodätischen Hauptmethoden vorzuführen, die im wesentlichen zur Bestimmung der Figur der Erde geführt haben. Es ist also kein Lehrbuch der Höheren Geodäsie, sondern behandelt nur bestimmte schwierige potentialtheoretische, astronomisch-geodätische Probleme von grundlegender Bedeutung. In der ersten Abteilung werden die Grundlagen der Potentialtheorie erörtert, die für die klassische, mechanische Theorie der Figur der Erde und für die theoretischen Untersuchungen über das Geoid die notwendige Voraussetzung bildet. In der zweiten Abteilung wird die klassische Theorie der Figur der Erde, die Theorie der Erde als Gleichgewichtsfigur und das Geoid behandelt. Die Leser der Ann. d. Hydr. werden hauptsächlich die Kapitel 12 bis 14 interessieren, worin die Berechnung von Entfernungen, Dreiecken und kürzesten Linien und die Bestimmung der Schwerkraft durch Pendelmessungen gelehrt werden. Aus der dritten Abteilung: Der Potentialbegriff in der theoretischen Physik, ist das Kapitel über Hydromechanik besonders zu erwähnen. Den Schluß bildet eine Zusammenstellung trigonometrischer Hilfsformeln.

Der Verfasser erweist sich als ein Meister des Vortrags; die Ausführungen sind kurz, deutlich und erschöpfend gehalten. Dem Verlage gebührt besondere Anerkennung für klaren Druck, wobei Kosten nicht gespart sind. Durch umfangreiche Stichproben hat Referent die Fehlerfreiheit des mathematischen Satzes festgestellt. Wd.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Meereskunde.

Müller, A.: *Theorie der Gezeitenkräfte.* 8⁰. VI, 81 S. m. 17 Abbildgn. (Hft. 35 d. Sammlung Vieweg.) Braunschweig 1916. Vieweg & Sohn. 2.80 *M.*

Physik.

Sarnetzky, H.: *Der Refraktionskoeffizient in unmittelbarer Erdnähe.* Eine Studie. 8⁰. 63 S. Giessen 1915. Otto Kindt.

Astronomie, terrestrische und astronomische Navigation.

Reichs-Marine-Amt: *Höhen und Azimute der Gestirne, deren Abweichung zwischen 30° S und 30° N liegt, für 50° Breite.* 4⁰. 377 S.

— — —: *Höhen und Azimute der hellen Fixsterne bis zur dritten Größe, deren Abweichung größer als 30° N ist, für 45° Breite.* 4⁰. 88 S.

— — —: *Höhen und Azimute der hellen Fixsterne bis zur dritten Größe, deren Abweichung größer als 30° ist, für 50° Breite.* 4⁰. 88 S.

— — —: *Höhen und Azimute der hellen Fixsterne bis zur dritten Größe, deren Abweichung größer als 30° ist, für 55° Breite.* 4⁰. 84 S. Berlin 1916. Admiralstab der Marine.

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Meteorological symbols. C. F. Talman. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, May.

Über die Bearbeitung von langen Beobachtungsreihen. V. Láska. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 8.

The average interval curve and its application to meteorological phenomena. W. J. Spillmann. H. R. Tolley and W. G. Reed. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, April.

Local circulation of the atmosphere. W. H. Dines. Ebenda.

The planetary system of convection. W. R. Blair. Ebenda.

Beitrag zur Thermodynamik der Atmosphäre. R. Emden. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 8.

Die Richtung des Windes über Wien an sehr heiteren Tagen. R. Dietzius. »Das Wetter« 1916, Hft. 8.

Der tägliche Gang der Windgeschwindigkeit, insbesondere der stürmischen Winde, auf dem Donnersberge. R. Spitaler. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 8.

Verslag over de werking van den stormwaarschuwingsdienst gedurende het tijdvak van 1. April 1915—1. April 1916. »De Zee« 1916, Nr. 9.

Über die Beziehungen zwischen Luftdrucksgradient, Wind und Reibung bei stationärer, geradliniger Bewegung. F. Åkerblom. »Arkiv f. Matemat., Astronomi och Fysik«, Bd. 11, Nr. 18.

Über die monatlichen Luftdruckschwankungen und deren Beziehung zu den monatlichen Lufttemperaturschwankungen, der Luftfeuchtigkeit und der geographischen Breite. N. Ekholm. Ebenda, Bd. 10, Nr. 3.

Two abnormal pressure distributions in Italy. F. Eredia. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, May.
Rainfall in China 1900—1911. Co-Ching Chu. Ebenda.
A correlation between the rainfall of North- and South America. H. Helm Clayton. Ebenda, April.
Coefficient of correlation as a measure of relationship. C. N. Moore. Ebenda, May.
Free-air data by means of sounding balloons, Fort Omaha, Nebr. July 1914. W. R. Blair. Ebenda.
Über einen möglichen Zusammenhang gewisser Witterungsvorgänge mit der radioaktiven Emanation des Erdbodens. E. Bandl. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 8.
Weather as a business risk in farming. W. Gardner Reed and H. R. Tolley. »The Geogr. Review, New York« 1916, Nr. 1.

Meeres- und Gewässerkunde.

The exploration of the Pacific. W. M. Davis. »Proceed. of the Nation. Acad. of Science, Baltimore« 1916, Vol. 2, Nr. 7.
— *The importance of gravity observations at sea on the Pacific.* J. F. Hayford.
— *A new method of measuring the acceleration of gravity at sea.* L. J. Briggs.
— *The problem of continental fracturing and diastrophism in Oceanica.* C. Schuchert.
— *The petrology of some South Pacific Islands and its significance.* J. P. Iddings.
— *In relation to the extent of knowledge concerning the oceanography of the Pacific.* G. W. Littlehales.
— *Marine meteorology and the central circulation of the atmosphere.* C. F. Marvin.
Hydrographische Untersuchungen des Golfes von Neapel im Sommer 1913. F. Wendicke. »Mitteilg. d. Zoolog. Station zu Neapel.« 22. Bd. Nr. 11.
Mareas en la costa de Chile, conforme se rejistran en los planos i cartas que se indican. »Anuario Hidrogr. Chile« Tomo 29, 1915.
De oorzaak der getijen. G. F. Tydemann. »Tijdschr. Nederl. Aardr. Genootsch.« 1916, Nr. 5.

Reisen und Expeditionen.

Return of Shackleton from Weddell-Sea. »The Geogr. Review, New York« 1916, Nr. 1.

Fischerei und Fauna.

Die Zukunft unserer Seefischerei. J. Leidenfrost. (In ungar. Spr.) »A Tenger« 1916, September.
Neue Forschungen über Alter und Wachstum der Schollen. F. Heincke. »Der Fischerbote« 1916, Nr. 7/8.
Die Niederelbische Küstenfischerei. II. 2. Die Aalfischerei. E. Sterner. Ebenda.

Physik.

Aurora, earth currents and magnetic disturbances. O. Klotz. »Scientif. Americ. Supplem.« 1916, July 15.
Nordlichtuntersuchungen. Über die physikalische Natur der kosmischen Strahlen, die das Nordlicht hervorrufen. L. Vegard. »Annalen d. Physik«. 4. F. 1916, Bd. 50, Nr. 16.
Die Höhe der Nordlichter nach den Beobachtungen zu Bossekop im Frühling des Jahres 1913. K. Störmer. »Meteorol. Ztschr.« 1916. Hft. 8.
Über Diffusion und Absorption in der Sonnenatmosphäre. A. Defant. »Sitz.-Ber. Akad. d. Wissensch., Wien« 1916. 125. Bd., Abt. IIa. 6. Hft.
Zodiakallicht und Dämmerungsschein. F. Schmidt. »Astronom. Ztschr.« 1916, Nr. 9.
Die neue große Dämmerungsstörung. A. Stentzel. Ebenda.
Beobachtung Haidingerscher Büschel am blauen Himmel mit unbewaffnetem Auge. W. Kolhörster. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 8.
Propagation of sound in the atmosphere. E. van Everdingen. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, May.
Kanonendonner von der Nordsee am 31. Mai 1916. W. Krebs. »Das Wetter« 1916, Hft. 8.
Total radiation received on a horizontal surface from the sun and sky at Madison, Wis. April 1911 to March 1916. H. H. Kimball and E. R. Miller. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, April.
Elementare Theorie der Wasserwellen und des Fluges. A. Einstein. »Die Naturwissenschaften« 1916, Hft. 34.
Über Windverhältnisse hinter Luftschiffhallen mit kreisrunder und rechteckiger Grundrißfläche. W. Schlinck. »Ztschr. f. Flugtechn. u. Motorluftsch.« 1915, Hft. 15/16.
Über thermodynamische Maschinen, die unter Mitwirkung der Schwerkraft arbeiten. V. Bjerknes. »Physikal. Ztschr.« 1916, Nr. 16.
Die Änderung der Luftzusammensetzung mit der Höhe. A. Wigand. Ebenda, Nr. 17.
Über die tägliche Periode der mikroseismischen Bewegung. O. Meißner. Ebenda.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Über regelmäßige Fehler bei Zehntelschätzungen. K. Lüdemann. »Mitteil. d. Vereinig. v. Freund. d. Astronomie usw.« 1916, XXVI. Jahrg., Hft. 1.
The Kata thermometer as a measure of the effect of atmospheric conditions upon bodily comfort. C. E. A. Winslow. »Science« 1916, May 19.

Launen der Thermometer und deren Verhütung. J. Alexander. »Deutsche Uhrm. Ztg.« 1916, Nr. 16.
Thermometer scales. A. McAdie. »Science« 1916, June 16.
Simple wind velocity indicator. B. C. Kadel. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, May.
Schaal van Beaufort voor de windkracht. G. H. Hoogendijk. »De Zee« 1916, Nr. 8.
De theorie van den deflector. J. v. Roon. Ebenda, Nr. 9.
Drahtloser Richtungsfinder. »Hansa« 1916, Nr. 35.
The pyranometer: An instrument for measuring sky radiation. C. G. Abbot and L. B. Aldrich. »Proceed. of the Nation. Acad. of Science, Baltimore« 1916. Vol. 2. Nr. 6.
Measuring the dust in the air. New types of apparatus for the measurement of pollution of city atmospheres. J. B. C. Kershaw. »Scientif. Americ.« 1916, July 15.
Lampen und Laternen für Motorboote. »Motorschiff u. Motorboot« 1916, Nr. 17.
Mareógrafo submarino Favé. Aparato rejistrador de la mareas en la costa i alta mar, por M. L. Favé Injeniero Hidrógr. en Jefe de la Marina Francesa. »Anuario. Hidrogr. Chile« Tomo 29, 1915.
Concours pour le réglage des chronomètres à Neuchâtel en 1914 et 1915. L. Arndt. »Journ. Suisse d'Horlog.« 1916/17, Nr. 2 u. 3.

Astronomie, terrestrische und astronomische Navigation.

Finding the course in great circle sailing. Littlehales. »Proceed. U. S. Naval Institute« 1916. Vol. 42. Nr. 3.
Trasmision radiotelegráfica de la hora, por M. Driencourt. Injeniero Hidrógr. en Jefe de la Marina Francesa. »Anuario Hidrogr. Chile« Tomo 29, 1915.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Nogmaals de hydrographische opneming van Indië. »Tijdschr. Nederl. Aardr. Genootsch.« 1916. Nr. 5.
Der Hafen von Liverpool. »Hansa« 1916, Nr. 38.
Die Küsten der Adria. Historische Skizze. F. K. Graf Marenzi. (In ungar. Spr.) »A Tenger« 1916. Hft. VII/VIII.
Clift Islands in the Coral Seas. W. M. Davis. »Proceed. of the Nation. Acad. of Sciences, Baltimore U. S.« 1916. Vol. 2. Nr. 5.
Memoria sobre los trabajos hidrográficos realizados en los Archipiélagos Patagónicos, en 1912 por el Capitan de Navio Don Roberto Maldonado. C. »Anuario Hidrogr. Chile« Tomo 29, 1915.
Viaje escampavía »Águila« al mando del Capitan de Corbeta Don Helí Nuñes U. a las costas de las islas Wollaston i Horn, en Junio de 1912. Parte de viaje. Ebenda.
Viaje de la division de destructores a los mares del sur, en Marzo de 1913. Parte del Comandante del »Thompson« Capitan de Fragata Don José T. Merino. Ebenda.
Parte de viaje del escampavía »Porvenir« a las islas australes de la Tierra del Fuego, en Abril de 1912. al mando del Teniente 1° Sr. Raul Rivera Blin. Ebenda.
Viaje del escampavía »Condor« a la costa occidental de las islas Desolacion i Santa Ines, al mando del Capitan de Corbeta Sr. Helí Nuñes U. Ebenda.
Las cartas hidrográficas de Chiloé por el Capitan de Fragata Sr. Bracey R. Wilson S. Ebenda.
Viaje del escampavía »Porvenir« a los islotes Evanjelistas i canales occidentales del Archipielago Reina Adelaida, al mando del Teniente 1° Sr. Raul Rivera Blin, en Marzo de 1912. Ebenda.
Informe del Capitan A. S. Mc. Camley sobre la angostura Kirke. Ebenda.
Viajes de la Corbeta »Jeneral Baquedano« a los Mares del Sur, al mando del Capitan de Fragata Sr. Arturo Acevedo, en los meses de Noviembre i Diciembre de 1910. Ebenda.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Die Schwierigkeiten der Handelsschiffahrt infolge des Krieges. R. Hennig. »Überall« 1916, Hft. 11.
Die steigende Wertschätzung der Segelschiffahrt. »Hansa« 1916, Nr. 37.
De vaart om de noord. »De Zee« 1916, Nr. 9.
Stabiliteits-krommen. J. Steendam. Ebenda, Nr. 8.
Über Versuche an Fernumdrehungsanzeigern. W. Wilke. »Schiffbau« 1916, Jahrg. XVII, Nr. 22.
Kohlenübernahme auf See während der Fahrt. System Adam. Ebenda, Nr. 20.
Motor-Tauch-Schiff »Deutschland« als Bahnbrecher der Meeresfreiheit. »Motorschiff u. Motorboot« 1916, Nr. 17.
Handelstauchschiff-Bau in Deutschland und Amerika. Ebenda, Nr. 19.
Die Raaschuner-Typen. H. Szymansky. »Schiffbau« 1916, XVII. Jahrg., Nr. 23.
Naufrajios i accidentes ocurridos en la costa de Chile i mares vecinos, a buques de todas naciones i a buques chilenos en mares estranjeros en 1913 i 1914. »Anuario Hidrogr. Chile« Tomo 29, 1915.

Handelsgeographie und Statistik.

Handel und Schiffahrt im Jahre 1915: Niederlande. »Deutsch. Handelsarch.« 1916, August.
Handelsbericht für 1915: Gotenburg. »Deutsch. Handelsarch.« 1916, Juli.
Die staatliche Handelsflotte der Amerikaner. »Hansa« 1916, Nr. 37.

Het jaarverslag van de Kamer van Koophandel en Fabrieken te Rotterdam over 1915. »De Zee« 1916, Nr. 8.
Die Schiffahrt in Rumänien bis zum Jahre 1912. »Hansa« 1916, Nr. 38.
Der Verkehr auf dem Dortmund-Ems-Kanal und seine Entwicklung. »Mitteil. d. Geogr. Gesellsch. Wien« 1916, Nr. 8/9.
Die Binnenschiffahrt in Mesopotamien. Ebenda.

Verschiedenes.

Der nördliche Seekriegsschauplatz II. (Ostsee, Nordsee u. Kanal). L. Mecking. »Geogr. Ztschr.« 1916, Hft. 7.
Internationaler Signalkodex. L. Kardos. (In ungar. Spr.) »A Tenger« 1916, September.
Aufruf zur Förderung der Kaiserl. Osmanischen Zentralanstalt für Witterungskunde. E. Obst. »Peterm. Mitteil.« 1916, August.
Die Messung sehr kurzer Zeiträume. »Die Uhrm.-Woche Leipzig« 1916, Nr. 33.
Über die Bedeutung der »wahren Mitteltemperatur« in der barometrischen Höhenformel. J. Liznar. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 7.
Education at the U. S. Naval Academy. R. Hunt. »Proceed. U. S. Naval Institute, Baltimore« 1916, Vol. 42. Nr. 3.

Die Witterung an der deutschen Küste im August 1916.

(Amtlich)

In seinen Monatswerten kennzeichnete sich der Monat August bei etwas zu niedrigem, nach Osten hin sinkendem Luftdruck als verhältnismäßig trüb und bis auf den Westen der Ostseeküste als ziemlich kühl; die Niederschlagsmengen des Monats waren sehr ungleichmäßig verteilt und teilweise selbst bei benachbarten Stationen teils höher, teils niedriger als die vieljährigen Mittelwerte. Die Winde wehten ganz überwiegend aus den beiden westlichen Vierteln und besonders häufig aus dem Nordwestviertel; die mittlere Geschwindigkeit des Windes lag unter den Mittelwerten, soweit solche zum Vergleich berechnet vorliegen. Nur in einem Falle erreichte die Höchsttemperatur am Nachmittag 25°, in Swinemünde am 16. mit 25.1°, so daß im ganzen nur ein einziger Sommertag zu verzeichnen war.

Bis auf verbreitete Niederschläge vom 2. bis 6. waren die Tage bis zum 12. überwiegend trocken, dann aber brachte die Zeit vom 13. bis Monatsschluß täglich wenigstens über einigen Teilen der Küste vielfach sehr ergiebige Niederschläge. Heiteres Wetter stellte sich über größerem Gebiet nur am 1. ostwärts bis zur Oder, am 6. östlich von der Oder, am 8. und 9. an der ganzen Küste sowie am 10. von Rügen ostwärts ein. Nebel wurde in einiger Ausdehnung nur am 18. von der Elbe ostwärts beobachtet. Steife und stürmische Winde wehten über größerem Gebiete aus dem Nordwestviertel am 3. und 4. an der ganzen und teilweise noch am 5. an der preußischen Küste, an der Nordsee meist nur bis Stärke 8, an der östlichen Ostsee aber mehrfach bis Stärke 9 und 10 und vereinzelt bis Stärke 11, sowie am 31. ostwärts bis Mecklenburg, nur vereinzelt die Stärke 8 erreichend. Gewitter stellten sich in größerer Ausdehnung am 13. westlich von der Elbe, am 14. ebendort und wie auch am 15. auch an der mittleren Ostseeküste, am 16. und 17. über dem größten Teil der Küste, am 18. an der preußischen Küste, am 26. über dem größten Teil der Küste und am 27. an der Nordseeküste ein.

Vom 1. bis 12. lagerte ein Hochdruckgebiet über dem Atlantischen Ozean westlich von Europa gegenüber einem Tiefdruckgebiet über dem Westen Rußlands; auf dessen Rückseite drangen mehrere Tiefausläufer aufeinander folgend in südöstlicher Richtung über Skandinavien nach Westrußland vor, so daß ganz überwiegend Winde aus West bis Nord herrschten, die an der Küste im Rücken der Tiefausläufer unter dem Einfluß der über Skandinavien nachdrängenden Ausläufer des ozeanischen Hochdruckgebiets vielfach größere Stärken erreichten und besonders am 3. und 4. zu ausgedehnten schweren Stürmen anwuchsen. Die niedrigsten Temperaturen des Monats entfielen fast durchweg auf diese Zeit, die

innerhalb zeitweise weit vorgeschobener umfangreicher Hochdruckausläufer heiteres, sonniges Wetter an mehreren Tagen herbeiführte.

Einen Umschwung der Witterung brachte der 12. August, indem ein Tiefdruckgebiet über Großbritannien heranzog und sich in der Nacht bis über Norwegen und den Westen Deutschlands ausbreitete. Ein zwischen diesem Tiefdruckgebiet und demjenigen über Rußland auftretender, zunächst von Deutschland nordwärts über Skandinavien verlaufender flacher Hochdruckrücken verlagerte sich langsam ostwärts, während sich das Tiefdruckgebiet im Westen über Mitteleuropa wie über Frankreich ausbreitete. Diese bis zum 17. währende Wetterlage kennzeichnete sich an unserer Küste durch leichte bis schwache Winde überwiegend aus südlichen Richtungen, milderes Wetter mit täglichen Regenfällen und weit verbreiteten Gewittern, bis auf die preußische Küste, die unter dem Einfluß kontinentaler, aus dem nach Südrußland verlagerten Hochdruckgebiet wehender Winde trockenes Wetter behielt. Diese Tage brachten fast überall die höchsten Temperaturen des Monats.

Nachdem das Tiefdruckgebiet in der Nacht zum 19. von Westen her nach Mitteleuropa vorgedrungen und in seinem Rücken wieder das Hochdruckgebiet über dem Ozean herangezogen war, trat mit dem weiteren Zurückweichen des Tiefdruckgebiets für die Zeit bis zum 25. dann im ganzen wieder die zu Anfang des Monats beobachtete Wetterlage ein; bei meist schwachen bis frischen westlichen bis nördlichen Winden nördlicher Herkunft war das Wetter kühler und mit Ausnahme weniger Tage erfolgten täglich über dem größten Teil der Küste Regenfälle.

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers	Luftdruck, 700 mm +						Lufttemperatur, °C.					Zahl der	
	Mittel		Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br.									Frosttage	Eistage
	red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom 30j. Mittel	Max.	Dat.	Min.	Dat.	8^h V	2^h N	8^h N	Mittel	Abw. vom 15j. Mittel	(Min. < 0°)	(Max. < 0°)
Borkum ..... 10.4 m	59.5	—0.5	69.9	8.	44.2	30.	16.1	18.0	16.2	16.2	—0.2	0	0
Wilhelmshaven . 8.5	59.2	—1.1	70.1	8.	45.5	30.	15.5	18.0	15.6	15.7	—0.4	0	0
Keitum 11.3	58.0	—1.5	69.9	8.	44.0	30.	15.2	17.1	14.7	15.3	—0.6	0	0
Hamburg 26.0	58.9	—1.5	69.5	8.	47.4	30.	14.8	18.6	16.8	16.7	+0.3	0	0
Kiel 47.2	58.8	—1.1	69.3	8.	47.5	30.	14.5	18.3	15.1	15.2	—0.2	0	0
Wustrow 7.0	57.8	—2.1	68.7	8.	47.5	26.	15.5	18.2	16.8	16.5	+0.2	0	0
Swinemünde... 10.0	57.8	—2.5	68.6	8.	48.1	26.	16.6	19.3	16.8	16.8	+0.2	0	0
Rügenwaldermünde 6.9	57.2	—3.0	67.5	8.	47.6	26.	15.6	17.6	16.2	16.0	0.0	0	0
Neufahrwasser . 4.5	56.8	—3.3	65.4	9.	45.9	4.	15.7	18.2	16.0	15.9	—0.8	0	0
Memel 9.6	56.1	—3.3	65.2	2.	35.9	4.	15.4	18.1	14.5	15.2	—1.3	0	0

Stat.	Temperatur-Extreme						Temperatur-Änderung von Tag zu Tag			Feuchtigkeit				Bewölkung				
	Mittl. tägl.		Absolutes monatl.							Absolute Mittel mm	Relative, %							
	Max.	Min.	Max.	Tag	Min.	Tag	8^h V	2^h N	8^h N		8^h V	2^h N	8^h N	8^h V	2^h N	8^h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	18.7	14.0	23.1	13.	11.3	9.	1.1	1.4	0.8	11.2	81	73	82	7.4	6.6	7.3	7.2	+1.1
Wilh.	18.7	13.0	23.9	13.	10.0	6.	1.2	1.5	0.9	11.4	88	78	84	7.6	7.0	6.8	7.1	+0.9
Keit.	18.5	12.7	22.0	17.	8.0	8.	1.1	1.3	1.2	11.5	87	84	87	8.2	7.5	7.7	7.8	+1.5
Ham.	20.0	13.4	24.5	13.	10.5	8.	1.1	2.0	1.1	11.0	87	71	77	8.8	8.0	6.8	7.9	+1.6
Kiel	18.9	12.3	22.4	13.	9.4	6.	1.3	1.2	0.7	11.1	88	73	85	8.0	6.7	6.5	7.0	+0.8
Wus.	19.2	14.0	23.8	16.	10.6	2.	1.2	1.7	1.0	11.3	85	73	80	7.8	7.0	6.6	7.1	+0.9
Swin.	20.2	13.5	25.1	16.	9.1	23.	1.0	2.0	1.3	11.2	79	67	78	7.6	7.0	6.3	6.9	+0.9
Rüg.	18.5	13.7	24.6	30.	8.2	13.	1.3	1.8	1.3	11.3	83	78	83	7.4	6.9	7.0	7.1	+1.4
Neuf.	18.9	13.0	22.8	17.	9.2	23.	1.6	2.3	1.3	10.7	78	70	79	7.9	7.3	7.2	7.4	+1.4
Mem.	19.1	11.6	23.9	17.	5.9	11.	1.7	1.5	1.3	10.7	81	70	85	7.6	7.4	6.9	7.3	+1.4

Stat.	Niederschlag, mm[1]						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit[2]			
	8h V—8h N	8h N—8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	mit Niederschlag ≥ mm 0.2	1.0	5.0	10.0	K u.T	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek. Mittel	Abw.	Sturmnorm	Daten der Tage mit Sturm
Bork.	27	33	60	— 30	18	15.	16	12	6	1	2	0	2	13	—	—	12.0	nach Schätz. am 4
Wilh.	46	37	82	— 1	18	22.	17	12	5	3	5	0	2	15	4.5	—0.5	12.0	keine
Keit.	36	54	90	+ 4	26	30.	17	13	5	2	0	0	2	16	4.1	—	12.0	keine
Ham.	57	44	101	+ 25	18	22.	16	13	7	4	5	0	2	18	4.3	—0.2	12.0	26.
Kiel	35	20	55	— 18	15	26.	15	11	5	1	2	0	3	15	3.9?	—0.8	12.0	3.
Wus.	19	14	33	— 35	10	19.	16	9	2	1	0	0	0	*12	—	—	12.0	nach Schätz. am 3
Swin.	74	12	85	+ 25	21	27.	18	13	6	4	5	1	0	14	3.4	—0.8	10.5	keine
Rüg.	53	21	74	— 3	17	17.	18	13	4	2	5	0	3	16	5.2	—	15.0	3. 4.
Neuf.	19	19	38	— 28	9	4.	13	8	2	0	2	0	3	20	4.1	—	12.0	4. 5.
Mem.	51	50	100	+ 30	23	4.	14	11	6	4	1	0	0	12	4.6	—	12.0	3. 4.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	23	3	2	2	1	0	1	0	0	4	13	2	7	1	15	18	1	3.2	3.3	2.7
Wilh.	4	6	5	1	2	1	3	1	1	11	6	4	4	23	15	4	2	2.2	2.8	2.3
Keit.	3	6	0	1	1	0	1	1	5	4	4	6	9	11	21	19	1	1.1	1.3	1.2
Ham.	4	1	1	0	1	0	4	2	4	4	14	16	10	9	13	9	1	3.1	3.7	3.1
Kiel	3	0	6	1	0	0	3	0	7	6	7	4	11	9	31	3	2	2.5	3.2	2.4
Wus.	0	5	3	1	1	0	5	4	2	2	3	14	16	20	4	3	10	3.5	3.5	2.8
Swin.	6	5	4	0	0	1	5	3	2	0	4	10	4	26	10	5	8	2.5	2.9	2.1
Rüg.	5	6	5	4	1	3	1	3	4	2	5	8	24	11	3	3	5	3.6	3.7	3.1
Neuf.	13	2	3	2	5	1	3	3	4	3	4	15	12	6	4	6	7	2.6	3.2	2.5
Mem.	4	3	3	2	2	0	6	3	2	3	12	5	20	4	12	12	0	2.9	3.3	2.7

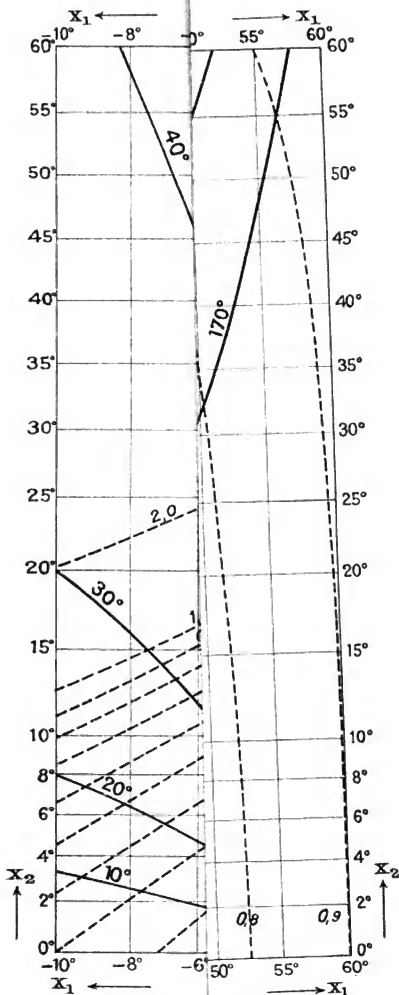
Vom 26. bis 29. stand die Küste an der Nordsee unter dem Einfluß eines in der Nacht zum 26. anscheinend über Großbritannien herannahenden Tiefdruckgebiets, das sich bis zum Morgen bereits über das ganze Nordseegebiet ausgebreitet hatte, während die Ostseeküste dem Bereiche eines von Skandinavien nach Rußland ziehenden Tiefdruckgebietes angehörte; bei teilweise frischen westlichen Winden war das Wetter wärmer und fortdauernd regnerisch. Die letzten Tage brachten endlich die Herrschaft eines vom Kanal nach Dänemark vordringenden Tiefs, das eine Fortdauer der Regenfälle bewirkte; die südlichen Winde auf der Vorderseite führten ein weiteres Steigen der Temperaturen, an der pommerschen Küste am 30. stellenweise die höchsten Temperaturen des Monats herbei, worauf dann die Winde auf der Rückseite des Tiefs in der Nacht zum 31. zunächst an der Nordseeküste nach Nordwest drehten und unter der Einwirkung des erneut vom Ozean nachfolgenden Hochdruckgebiets vorübergehend stark auffrischten, so daß abermals kühlere Luft zunächst über dem Westen der Küste zugeführt wurde. Auch im Gefolge dieses Tiefs wurden fast überall täglich Regenfälle beobachtet.

---

[1]) Die Niederschlagswerte sind auf ganze Millimeter abgerundet.

[2]) Die registrierten Windgeschwindigkeiten und Sturmnormen erscheinen seit Januar dieses Jahres infolge anderer Berechnungsweise kleiner als früher (vgl. die Erläuterungen der Januar-Tabelle, »Ann. d. Hydr. usw.« 1905 S. 143).

Druck und Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei, Berlin SW, Kochstraße 68—71.



Die ausgezog rhältnisse der

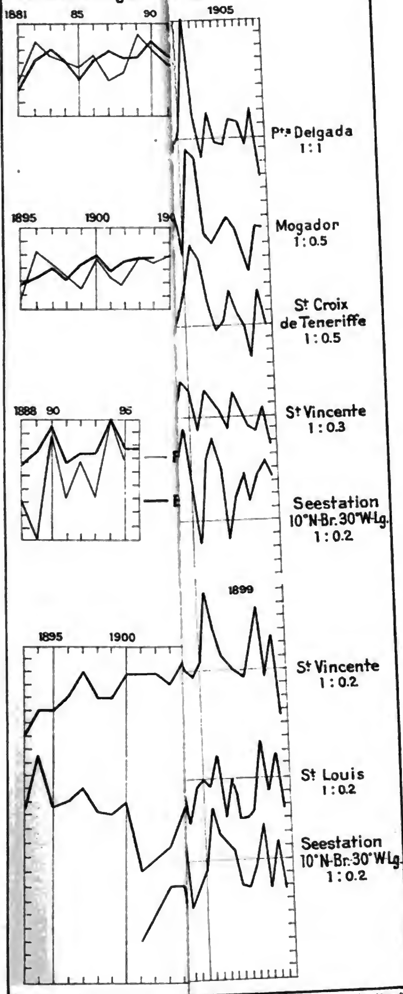
5

BVKH KWS RNM

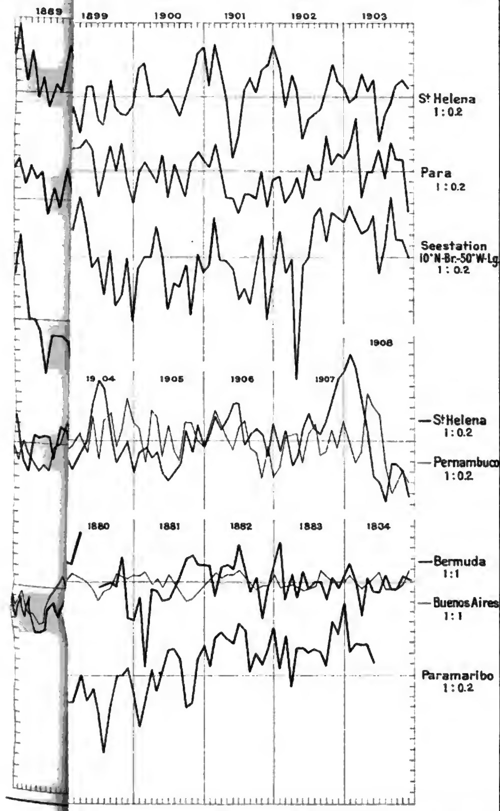
BVKE KWS RNN

ii d g n li T d V d M z E g V ü

J

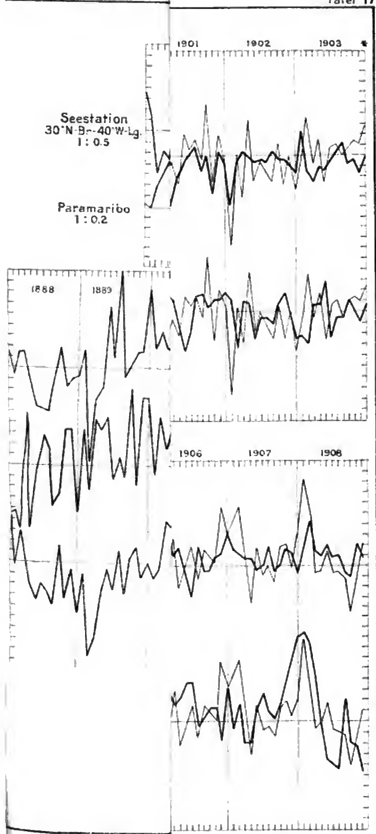


uck der Deutschen Seewarte-Hambg.

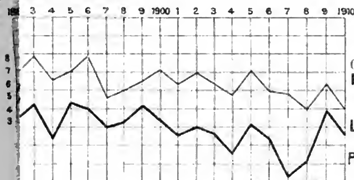

1889
1899
1900
1901
1902
1903
St Helena
1:0.2
Para
1:0.2
Seestation
10°N-Br.-50°W-Lg.
1:0.2
1908
19 04
1905
1906
1907
— St Helena
1:0.2
— Pernambuco
1:0.2
1880
1881
1882
1883
1834
— Bermuda
1:1
— Buenos Aires
1:1
Paramaribo
1:0.2

Tafel 17

'8

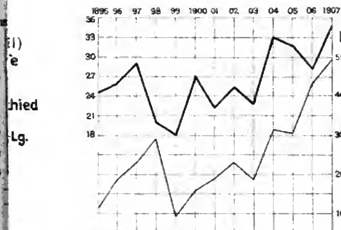


Druck der Deutschen Seewarte-Hamburg.



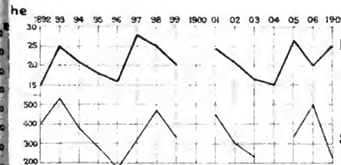
Nr. 8
Regen
(Juli-Juni)
P^ta^ Delgada

Luftdruckuntersch.
(Juli-Juni)
P^ta^ Delgada-Bermuda



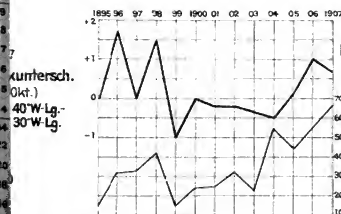
Nr. 10
Luftdruckuntersch.
(Jan.-Mai)
50°N-Br.-40°W-Lg.-
10°N-Br.-50°W-Lg.

Regen
(Febr.-Juni)
Cayenne



Nr. 12
Isobarenhöhe an der
Westküste Afrikas

Regen
St Louis



Nr. 13
Isobarenhöhe an der
Guayanaküste

Regen
Cayenne

(l)
e
hied
Lg.
he
kuntersch.
Okt.)
40°W-Lg.-
30°W-Lg.

Druck der Deutschen Seewarte-Hamburg.

Die vertikale Gliederung der täglichen Windperiode in Cyklonen und Anticyklonen.

(Erste Ergebnisse der Windmeßstelle Eilvese.)

Von **W. Köppen.**

(Hierzu Tafel 19.)

Im Frühling 1915 machte der Direktor der Hochfrequenz-Maschinen-Aktiengesellschaft für drahtlose Telegraphie Herr Konteradmiral a. D. Emsmann bei einem gelegentlichen Besuch der Seewarte den Vorschlag, die Großradiostation dieser Gesellschaft Eilvese zu Windmessungen in verschiedener Höhe zu benutzen. Einige günstige Umstände und das Entgegenkommen des Reichs-Marine-Amts haben es der Seewarte ermöglicht, an dieser für solche Zwecke ideal gelegenen Station Einrichtungen zu schaffen, wie sie in diesem Umfang wohl noch nicht vorhanden waren.

Wenngleich durch die Hindernisse des Kriegszustands bis jetzt nur etwa die Hälfte der geplanten Ausrüstung in Gang gesetzt werden konnte, so sind doch auch die bereits vorliegenden Aufzeichnungen von größtem Interesse und liefern sie zum Teil ganz neue Aufschlüsse über die Änderung der Windbewegung mit der Entfernung vom Erdboden.

Die Lage der Windmeßstelle Eilvese ist ganz ausnahmsweise günstig. In ebener Gegend erheben sich auf einem weiten Moore sieben Türme von äußerster Schlankheit in durchsichtiger Eisenkonstruktion, deren größter von 250 m Höhe auf einer flachen Sandinsel im Moor steht, während von den sechs kleineren Türmen, die ihn in 450 m Entfernung umgeben, nur einer auf einer Sanddüne, die übrigen fünf auf Pfahlrosten mitten im Moor stehen, das sich von hier nach S und SW bis zu dem 4 km entfernten Steinhuder Meer erstreckt. Das Dorf Eilvese liegt an der Eisenbahn Bremen—Hannover.

An dem am freiesten gelegenen SSW-Turm hat die Seewarte ihre untere Windmeßstelle angelegt, die von 0 bis 121 m Höhe über dem Boden reicht, der hier etwa 45 m über dem Meere liegt. Bodenerhebungen, die diesen Standort um mehr als 1 m überragen, finden sich erst in 750 m Abstand, die — wenig umfangreichen — Gebäude der Radiostation sind 450 m entfernt. Auch Bäume finden sich, außer kleinen Krüppelföhren, nicht in der Nähe, und ein breiter Streifen auf dem Aufstellungsplatz der Instrumente selbst war schon vorher, zur Vermeidung von Feuersgefahr, aller Vegetation beraubte Torffläche.

Die obere Windmeßstelle auf der Spitze des 250 m hohen Hauptturms ist vorbereitet, konnte aber des Krieges wegen noch nicht in Gang gesetzt werden.

Der Hauptapparat der unteren Windmeßstelle ist ein von der Firma Hamburger Werkstätten für Präzisionsmechanik gelieferter Poly-Anemograph, an dem einerseits acht Schalenkreuze ihre Wege durch elektrische Kontakte aufzeichnen, anderseits für eine Höhe ($16^1/_2$ m) die Windrichtung und der Druck des Windes kontinuierlich aufgezeichnet werden.

Von den acht Schalenkreuzen steht das oberste ganz frei auf der Spitze des erwähnten Turmes, 124 m über der Erdoberfläche. Die folgenden drei sind in 82, 42 und $16^1/_2$ m Höhe im Innern des Turmgerüstes aufgestellt, das nur aus Stahlrohren von 2.6 und 1.6 m Länge besteht. Eine genauere Beschreibung wird später geliefert werden, hier möge es genügen, daß der Einfluß dieser Aufstellung fünf Monate lang durch den Vergleich mit gleichzeitigen Aufzeichnungen eines ebensolchen in $16^1/_2$ m Höhe auf einem Pfahl aufgestellten Schalenkreuzes bestimmt worden ist. Hiernach sind die Angaben der im Turm aufgestellten Anemometer nur um etwa $1^0/_0$ zu vergrößern, um sie mit denen eines auf einer Pfahlspitze aufgestellten Anemometers vergleichbar zu machen. Es wird deshalb das Anemometer im Turm aus $16^1/_2$ m Höhe in 102 m Höhe übergeführt werden.

Schalenkreuze auf Pfahlspitzen sind außer jenem in $16^1/_2$ m auch in 9 m und in 2 m Höhe aufgestellt.

Die außergewöhnlich günstige Lage machte auch den Versuch lohnend, d Windgeschwindigkeit an der Bodenoberfläche selbst zu bestimmen. Die Au zeichnungen des Schalenkreuzes in 0 m Höhe werde ich hier nur deshalb no nicht benutzen, weil in ihnen die Windgeschwindigkeit häufig unter die Reibung konstante des Anemometers sank und das Schalenkreuz stehen blieb, so daß eine Vergleich seiner Angaben mit jenen der übrigen methodologische Schwierigkeit entgegenstehen.

Am 9. April begannen die Aufzeichnungen, und da im April d. J. d Wetterlage sehr ausgeprägte Verschiedenheiten aufwies, haben bereits diejenig der ersten drei Wochen das interessante Ergebnis geliefert, das den Gegenstan dieser Mitteilung bilden soll. Um es sicher zu stellen, habe ich indessen a Bestätigungen gewartet, und da im Mai eine Unterbrechung eintrat, entnehm ich diese dem Juni d. J. und führe analoge Zeiträume aus diesen beiden Monat auf Tafel 19 anschaulich vor.

Als die Pentadensummen für den April gebildet und graphisch dargeste waren, fiel sogleich der Gegensatz zwischen der Pentade vom 16. bis 20. und de jenigen vom 26. bis 30. April in die Augen. In ersterer reicht die mittäglicl Verstärkung des Windes vom Boden aufwärts, wenn auch fortschreitend abg schwächt, bis über 124 m hinauf. In letzterer dagegen ist sie schon in 82 Höhe durch ein starkes nächtliches Maximum der Windstärke ersetzt, das 124 m so zunimmt, daß die Windgeschwindigkeit um 11 Uhr abends mehr a doppelt so groß ist, wie um 8 Uhr morgens.

Die Wetterkarten zeigen sofort, daß während der Tage vom 16. b 20. April d. J. NW-Deutschland anhaltend im Bereiche von Cyklonen lag, m Luftdruck zwischen 742 und 762 mm und Winden zwischen S und W, vom 2 bis 30. April dagegen einem Hochdruckgebiet angehörte und Barometerstän zwischen 764 und 771 sowie Winde aus östlicher Richtung hatte.

Ein ähnlicher Gegensatz zeigte sich im Juni zwischen den Tagen vo 11. bis 15. und vom 22. bis 25. Vom 10. bis zum 15. Juni vollzog eine klei Depression einen merkwürdigen Rundlauf von Ungarn über die Ostsee — wo s am Pfingstsonntag, dem 11., lag —, über das Skagerrak nach Belgien und zurü zur Ostsee[1]). Der Luftdruck in der Gegend von Eilvese war vom 11. bis 1 zwischen 753 und 762 mm, das Minimum am 13. und 14. ganz in der Nähe; d Wind zwischen S und W. Dagegen gehörte die Gegend am 22., 23. und 25. Ju weniger am 24., einem Hochdruckgebiet an, mit Drucken von 761 bis 767 m und schwachen Winden aus verschiedenen Richtungen.

Tafel 19 zeigt nun in zweierlei Darstellung das ganz verschiedene Ve halten der täglichen Windschwankung oberhalb einer Höhe von etwa 20 bis 50 über dem Boden in beiderlei Wetterlagen. In der Cyklone reicht das mittä liche Maximum der Windstärke im Juni bis gegen 80 m, im April sogar bis üb 124 m hinauf; in der Anticyklone dagegen wird es schon bei 40 bis 80 m Hö durch ein entschiedenes, nach oben immer stärker werdendes, nächtliches Ma mum ersetzt, neben dem aber ein viel kleineres um Mittag sich bis zur oberst Höhe von 124 m erhält. Es kommt so in der Höhe eine Doppelwelle mit Minin von 8h bis 9h morgens und 3h bis 5h nachmittags zustande, die am 22. bis 25. Ju sogar in 16$^1/_2$ m Höhe noch angedeutet ist und in 124 m Höhe auch in de cyklonalen Tagen im Juni wiederkehrt, während im April diese bis oben hina ein einfaches Mittagsmaximum aufweisen.

Diese Perioden zeigen sich am deutlichsten in den vier Diagrammen de rechten Hälfte unserer Tafel, deren Abscissen die Tageszeit, deren Ordinate die Windgeschwindigkeit bedeuten und deren gebrochene Linien für die danebe angegebenen Höhen über dem Boden gelten. Die vier Diagramme der linke Hälfte zeigen dagegen für dieselben Zeiträume die Linien gleicher Windstärk die Abscissen bedeuten auch hier die Tageszeit, die Ordinaten aber in diese Diagrammen die Höhe über dem Boden. Durch Strichelung ist Zeit und Rau

---

[1]) Vgl. Köppen: »Der kühle Juni« in »Das Wetter«, Juliheft 1916 und das Kärtchen da im Augustheft.

der starken Winde von dem der schwachen unterschieden. Auch hier zeigt sich der Gegensatz zwischen beiden Typen, namentlich zwischen dem 16. bis 20. April und dem 22. bis 25. Juni, sehr ausgesprochen, daneben auch die Neigung zur Ausbildung des doppelten Maximums, in der Nacht und um Mittag.

Diese Ergebnisse sind, meines Wissens, in ihrer Beziehung zur wechselnden Druckverteilung ganz neu. Sie haben nur scheinbare Ähnlichkeit mit einigen neuerdings gefundenen, nämlich mit Hanns Verknüpfung der täglichen Windschwankung auf dem Dodabetta mit der täglichen Luftdruckschwankung, und mit Hellmanns und Spitalers Unterscheidung der Tagesperiode schwacher und starker Winde. Durch die ausgezeichnete Lage und reichliche Ausstattung der Station Eilvese tritt das Ergebnis mit einem Schlage in einer ganz ungewohnten Vollständigkeit und Vielseitigkeit auf. Denn nur auf der Schwesterstation Eilveses, in Nauen, ist in ähnlicher Lage in mehreren Höhen — 2, 16, 32, und neuerdings auch in 125 und 260 m Höhe — und in Straßburg in 18, 52 und 144 m über dem (dort aber mit Bäumen und Gebäuden bestandenen) Boden, der tägliche Gang der Windgeschwindigkeit bestimmt worden[1]). An diesem Material wird man das in Eilvese gewonnene Ergebnis denn auch in schöner Weise prüfen können. Überall sonst, wo fortlaufende Messungen aus größeren Höhen über dem Boden vorhanden sind, stammen sie aus einer oder höchstens, wie in Paris, zwei weit auseinander liegenden Höhen, so daß der Übergang unklar bleibt.

Wenn wir auf die wahrscheinlichen Ursachen der in unsern Diagrammen dargestellten Erscheinung eingehen wollen, müssen wir sie zunächst mit den schon erwähnten Ergebnissen anderer Forscher vergleichen.

Daß die teilweise Doppelwelle der Windgeschwindigkeit in Eilvese mit derjenigen des Luftdrucks etwas zu tun habe, ist äußerst unwahrscheinlich, weil in unseren Breiten so kleine Änderungen des barometrischen Gradienten, wie die tägliche Druckschwankung sie erzeugt, keinen merkbaren Einfluß auf den Wind haben können. Unter dem Äquator ist nicht nur die Druckwelle viel größer, sondern namentlich auch das Verhältnis zwischen Windstärke und Gradient ein ganz anderes.

Man möchte geneigt sein, das Eilveser Ergebnis mit dem von Hellmann in Nauen und von Spitaler am Donnersberg[2]) gefundenen zu verbinden, wonach in einiger Höhe starke Winde am Tage, schwache in der Nacht ihre größte Geschwindigkeit erreichen. Abgesehen davon, daß der Stärkeüberschuß der cyklonalen über die anticyklonalen Winde in den hier untersuchten Fällen nicht groß war, habe ich (Meteorol. Zeitschr. 1915, S. 380) gezeigt, daß wegen der unperiodischen Schwankungen der Windstärke bei Herausgreifen der schwach- und starkwindigen Tage nach den Tagesmitteln bei ersteren das Minimum, bei letzteren das Maximum zur Tagesmitte hingedrängt werden, so daß jenes Ergebnis mehr einen mathematischen als physikalischen Grund hat. Bestätigt sich übrigens, wie ich kaum zweifle, der in Eilvese gefundene Unterschied zwischen Cyklonen und Anticyklonen auch an den anderen Orten, so dürfte auch nach einwurfsfreien Methoden ein gewisser, nur kleinerer Unterschied zwischen schwachen und starken Winden in der gefundenen Richtung sich bestätigen, weil ja Cyklonen durchschnittlich von stärkeren Winden begleitet sind als Anticyklonen.

Die Möglichkeit eines andern unbekannten Einflusses zugegeben, müssen wir doch zunächst versuchen, wie weit dasjenige Moment reicht, das sich für die Erklärung der täglichen Periode des Windes in den bodennahen Schichten am wichtigsten erwiesen hat: der Austausch von Luftmassen[3]) zwischen den von der Reibung am Erdboden mehr und weniger beeinflußten, dadurch verschieden rasch fließenden Schichten, den ich kurz als den vertikalen Luftaustausch bezeichne. Es bedarf dabei kaum der Hervorhebung, daß darunter selbstverständ-

---

[1]) Hellmann in Meteorol. Zeitschr. 1915, S. 1. — Hergesell in »Das Wetter«, Aßmann-Sonderheft, 1915, S. 1.

[2]) Meteorol. Zeitschr. 1915, S. 1 und 1916, S. 337.

[3]) Austausch von Luftmassen, nicht Luftmolekülen, wie er der Reibung im physikalischen Sinne zugrunde liegt.

lich nur eine vertikale Komponente neben beliebig großer horizontaler zu verstehen ist, nicht eine vertikale Richtung der ganzen Bewegung.

Das Wenige, was wir bis jetzt über Turbulenz wissen, lehrt uns, daß vertikaler Luftaustausch auch ganz ohne Temperaturabnahme mit der Höhe stattfindet, wenn ein gewisses Maß von Geschwindigkeit, Dichte und Strömungsquerschnitt der Flüssigkeit erreicht ist, das um so niedriger liegt, je kleiner der Koeffizient ihrer inneren Reibung ist. Aus der geographischen Verteilung gebrochenen Himmels (d. i. Bewölkung 1 bis 9) schloß ich bereits 1893 in einer gemeinsam mit Hugo Meyer ausgeführten Untersuchung[1]), daß »die stärkere allgemeine Ventilation auf dem Ozean ein noch mächtigeres Erregungsmittel für die vertikale Ventilation scheint, als es die Überhitzung der untersten Schichten auf dem Lande ist«.

Andererseits ist kein Zweifel möglich, daß der vertikale Austausch, besonders in den tieferen Luftschichten, in hohem Grade durch die Abnahme der Lufttemperatur mit wachsender Höhe und durch die Unebenheit der Erdoberfläche beeinflußt wird, welche letztere der Luftbewegung schräge Ebenen entgegenstellt. Experimentelle Untersuchungen, welche die Abhängigkeit der Turbulenz von diesen Faktoren klären, wären sehr notwendig, fehlen zurzeit aber noch gänzlich.

Im Jahre 1907 habe ich bereits darauf hingewiesen (Meteorol. Zeitschr. S. 168), wie entscheidend für das Ergebnis die Frage ist, zwischen welchen Schichten der Luftaustausch stattfindet. Wir müssen diese Gesichtspunkte noch etwas schärfer fassen.

1. Bei Abwesenheit von Luftaustausch stellt sich in den unteren einigen hundert Metern der Atmosphäre durch die Reibung am Erdboden ein kontinuierliches Geschwindigkeitsgefälle nach unten von noch nicht genauer bekanntem Betrage ein. Der Gradientwind reicht dabei viel weiter herunter, als im Durchschnitt der Fall.

2. Vertikaler Luftaustausch verringert die Geschwindigkeitsunterschiede zwischen den Schichten. Er beschleunigt also die langsamen und verzögert die schnellen.

3. Da bis zu einigen hundert Metern Abstand vom Boden mit ganz vorübergehenden Ausnahmen die Windgeschwindigkeit nach unten abnimmt[2]), so bewirkt Austausch mit höheren Schichten Zunahme, solcher mit tieferen Schichten Abnahme der Geschwindigkeit in der betrachteten Schicht.

Ehe wir nun die Frage betrachten, wann und wo der Luftaustausch in diesen verschiedenen Richtungen stattfindet, wollen wir die gewonnenen Tatsachen durch einige Zahlen festlegen. Um den zufälligen Knickungen der Kurven keinen zu großen Einfluß einzuräumen, wollen wir das Mittel aus zwei benachbarten Stunden und aus den beiden gleichartigen Zeiträumen im April und Juni nehmen. Um den Einfluß unperiodischer Windänderungen ausmerzen zu können, bestimmen wir den Wert für Mitternacht bis 1h vorm. sowohl am Beginn als am Ende des Tages.

Tageszeit	Mn bis 1h V	8h V bis 9h V	Mt bis 1h N	4h N bis 5h N	Mn bis 1h V	Mn bis 1h V	8h V bis 9h V	Mt bis 1h N	4h N bis 5h N	Mn bis 1h V
	Cyklone.					**Anticyklone.**				
124 m	7.6	8.1	8.8	8.0	8.1	8.9	5.1	6.4	5.7	8.8
82 m	6.8	7.4	8.4	7.5	7.1	7.0	4.8	6.2	5.5	7.1
42 m	5.7	6.9	7.8	6.7	6.0	5.1	4.6	5.7	5.0	5.0
16½ m	4.7	6.5	7.5	6.5	5.0	4.0	4.5	5.6	4.9	3.9
9 m	4.2	6.0	6.9	5.8	4.4	3.5	4.4	5.5	4.8	3.4
2 m	2.8	5.0	5.7	5.0	3.4	2.2	3.8	4.5	4.0	2.1

Zu einer analytischen Behandlung dieser Zahlen auf die ihnen zugrunde liegenden Faktoren wird wohl die Zahl der Unbekannten noch für lange Zeit zu

[1]) Archiv der Deutschen Seewarte 1893, Nr. 5, S. 15.

[2]) Störungen von Minutendauer kommen gewiß fortwährend, solche von Stundendauer sicher nur sehr selten vor.

groß sein. Allein schon der Versuch einer ungefähren Nachbildung der beobachteten Tatsachen auf Grund mehr oder weniger begründeter Voraussetzungen, wie ich ihn 1907[1]) durchgeführt habe, scheint mir zur Klärung nicht ohne Wert zu sein.

Daß eine solche Nachbildung uns im besten Falle nur eine Möglichkeit, keine bewiesene Wirklichkeit liefern kann, ist selbstverständlich. Dennoch ist sie besser, als das Spekulieren mit gänzlich unbestimmten Quantitäten.

Der damalige Versuch führte zu einer kräftigen Tagesschwankung der Windstärke am Boden mit mittäglichem Maximum und zu einer schwachen umgekehrten Schwankung oberhalb 120 m Höhe. Eine Reihe von Proben zeigte jetzt, daß man zu einer Umkehrung von so überraschend großer Amplitude schon in 124 m Höhe, wie sie sich hier in Anticyklonen findet, auf diesem Wege nur dann gelangen kann, wenn man annimmt, daß der Austausch in dieser Höhe um 8h morgens fast ausschließlich mit den unteren langsam fließenden Luftschichten am Boden stattfindet und erst gegen Mittag auch die darüberliegenden Schichten hineingezogen werden. Daß der vertikale Luftaustausch, soweit er durch die Erwärmung der Bodenoberfläche bedingt ist, zuerst nur in den untersten Schichten einsetzt und langsam höher rückt, ist an sich begreiflich und die Zunahme der Windgeschwindigkeit in 82 bis 124 m Höhe am späteren Vormittage daher nicht so befremdend. Dagegen ist das zweite Minimum der Windstärke gegen 5h N auffällig, das am 22. bis 25. Juni so stark ausgeprägt ist; denn da die Abkühlung durch die Ausstrahlung der Bodenoberfläche erfolgt, so muß man erwarten, daß die untersten Luftschichten zuerst aus dem Luftwechsel ausscheiden und die Schichten von 100 bis 200 m über dem Boden daher von deren verlangsamendem Einfluß früh befreit werden sollten. Tatsächlich zeigt sich dieses zweite Minimum am 26. bis 30. April kaum; die Isanemonen dieser Pentade auf unserer Tafel stimmen sehr nahe mit den von Hergesell im Aßmann-Heft der Zeitschrift »Das Wetter« (S. 6) veröffentlichten mehrjährigen von Straßburg.

Für das Vorhandensein einer von der Espy-Köppenschen Theorie unabhängigen täglichen Periode der Windstärke auch in unseren Breiten spricht scheinbar die wenn auch sehr geringe, doch recht allgemeine Abschwächung des Windes am Tage auf dem Meere[2]). Allein dort ist auch stets die tägliche Temperaturschwankung in der Luft stärker gefunden worden, als in der Oberfläche ihrer Unterlage; und wenn auch durch Strahlungsfehler in der Luft und durch das Schöpfen des Wassers mit der Pütze dieser Unterschied sicherlich übertrieben wird, so dürfte er doch, der Art nach, auf Wirklichkeit beruhen. Dann muß aber auch die Labilität der untersten Luftschicht auf dem Meere in der Nacht etwas größer sein als am Tage, so daß die Umkehrung der Festlandsperiode der Windstärke auf ihm wohl keiner anderen Erklärung bedarf.

Fragen wir nun, welche Eigenschaft der Cyklonen und Anticyklonen diesen Gegensatz in der vertikalen Gliederung der täglichen Windperiode bewirken mag, so kommen dafür vor allem Bewölkung und vertikale Temperaturverteilung in Betracht.

Wie gewöhnlich, so waren auch in diesen Fällen die Cyklonen von stark bewölktem, die Anticyklonen von heiterem Wetter begleitet, und zwar in sehr ausgesprochener Weise. Wir haben es also im letzteren Falle mit starker, im ersteren mit schwacher Aus- und Einstrahlung am Erdboden zu tun.

Die vertikale Temperaturverteilung in diesen Tagen kennen wir leider nicht, da vorläufig in Eilvese nur ein Thermohygrograph in 2 m Höhe in Gang ist. Wir können deren Gestaltung nur vermuten; und da drängen uns die in Eilvese gefundenen Tatsachen folgendes Bild als sehr wahrscheinlich auf:

1. In der Cyklone eine Tag und Nacht fortdauernde, in der Nacht nur

---

[1]) Meteorol. Zeitschr. 1907, S. 169. Der Versuch ist sehr unvollkommen, da er als Mischungs-Elemente die den betreffenden Luftschichten bei Isolierung zukommenden Geschwindigkeiten, statt der augenblicklich bestehenden, nimmt und als Mischungsergebnis deren arithmetisches Mittel; dennoch halte ich ihn für nützlich.

[2]) Vgl. Hellmann in Meteorol. Zeitschr. 1915, S. 12 bis 15.

abgeschwächte Temperaturabnahme mit der Höhe vom Boden bis über mehrere hundert Meter Höhe hinaus und dementsprechend fortdauernder vertikaler Luftaustausch bis jedenfalls weit über 120 m Höhe hinaus, also die Verhältnisse einer »Zirkulationsschicht« von unbestimmter Mächtigkeit.

2. In der Anticyklone eine vertikale Temperaturumkehr, die in der Nacht am Boden am stärksten ist, am Morgen sich unter dem Einfluß der Erwärmung des Bodens durch die Sonne von diesem abhebt und unten einer Zirkulationsschicht Raum gibt, die sich zu 8h vorm. bis etwa 130 m Höhe erhebt und bis Mittag noch erheblich höher reicht. Die »Sperrschicht« ohne oder mit nur geringem Vertikalaustausch würde hiernach in der Nacht am Boden liegen und gegen 8h bis eben über die Turmspitze sich verschieben, so daß die Luft an dieser nur mit der verlangsamten Luft am Boden, aber gar nicht mit höheren Schichten in Austausch sich befindet. Gegen Mittag würde die Unterfläche der Sperrschicht, wenn diese nicht aufgelöst ist, erheblich oberhalb der Turmspitze liegen, so daß diese außer mit unteren auch mit höheren Luftschichten im Austausch steht. Am Abend entsteht durch die Ausstrahlung des Bodens wieder eine Sperrschicht in der Tiefe; ob diese sich dort gewöhnlich neu bildet oder häufig, wie es am 22. bis 25. Juni gewesen zu sein scheint, aus der Höhe herabsinkt und um 4 bis 6h nachm. wieder so liegt wie um 8h morgens, müssen weitere Erfahrungen lehren.

Diese aus der Verteilung der Windstärken abgeleiteten Ergebnisse stimmen recht gut mit den Temperaturbeobachtungen an der Pagode zu Kew, deren Hauptresultate man im Jahrgang 1883 der Österr. Zeitschr. für Meteorol., S. 397, wiedergegeben findet. Die Beobachtungen an derselben reichten freilich nur bis 39 m über dem Boden. An den Ergebnissen der Drachenaufstiege läßt sich die Frage insofern schwer prüfen, als diese uns über die tägliche Periode wenig lehren.

Es bleibt sehr zu wünschen, daß die interessanten Aufzeichnungen bald durch diejenigen der oberen Station in 250 m Höhe mit Anemograph und Thermograph, sowie die beabsichtigte Registrierung der Windrichtung in mehreren Höhen vervollständigt werden. Jetzt wird die letztere nur in $16^1/_2$ m Höhe über dem Boden aufgezeichnet.

Über Luftdruckverteilung und Regenfall in Asien mit besonderer Berücksichtigung der Randgebiete.[1])

Von Dr. Wilhelm R. Eckardt, Meteorologisches Observatorium, Essen.

In dem Weltteile Asien steht das Land auf der Erde in größtem Zusammenhange, und zwar zugleich in Verbindung mit einer verhältnismäßig sehr geringen Küstenentwicklung. Die klimatischen Verhältnisse sind daher geradezu typisch für ein Kontinentalklima, und zwar nicht nur hinsichtlich der Temperaturverhältnisse, sondern vor allem auch der Niederschläge. Denn im weitaus größten Teile dieses Festlandes herrscht hinsichtlich der jahreszeitlichen Verteilung des Niederschlages der streng kontinentale Typus der Sommerregen vor. Nur Kleinasien, Syrien, Palästina, Mesopotamien, das Hochland von Iran sowie das westliche Turkestan zeichnen sich durch das Maximum der Niederschläge im Winter aus, vielfach aber auch hier durch Neigung zum kontinentalen Typus des echten Subtropenklimas: mit dem Maximum im Frühling. Entscheidend für den in Asien vorherrschenden kontinentalen Typus des Regenfalles ist die starke sommerliche Erwärmung des asiatischen Festlandes, welche hier, wie an keiner anderen Stelle der Erde, eine derartige Luftauflockerung bewirkt, daß das sommerliche Mittel des Luftdrucks im Süden Asiens in der Gegend westlich des Pandschab niedriger

[1]) Der letzte Teil dieser Abhandlung, der über Vorderasien, ist gewissermaßen als Fortsetzung meiner Arbeit: „Über die Ursachen der jahreszeitlichen Regenfälle in den westlichen Mittelmeerländern" in Heft 4 und 5 dieser Zeitschrift, Jahrgang 1916, zu betrachten. Was die Balkanhalbinsel betrifft, so vgl. unten S. 553, Anm. 2.

ist als selbst das Wintermittel im Bereich des subpolaren isländischen Minimums.[1]) Aber auch die übrigen Teile Asiens, vor allem Zentralasien bis weit nach Nordosten hinauf, haben im Sommer sehr niedrigen Luftdruck. So finden wir im Nordsommer über dem südwestlichen Asien das unter dem erwärmenden Einfluß der gewaltigen Festlandmassen Eurasiens an dieser Stelle auf der Erde am weitesten polwärts vorgeschobene Gebiet niedrigen Druckes der Tropen[2]). Denn es wird im Sommer der indische Nordostpassat völlig unterdrückt, der Südostpassat dagegen über den Äquator herübergesogen und in den Südwestmonsun verwandelt, während auf der Nordseite des großen Depressionsgebietes vom östlichsten Deutschland und der Balkanhalbinsel bis Sibirien und Turan polare Strömungen vorherrschen.

So ist im Sommer das ganze Eurasien mit Ausnahme des halbinselartigen Westeuropa etwa westlich von einer von der Mündung des Dnjestr zur Odermündung gezogenen Linie eine Gegend niedrigen Luftdrucks. Man darf jedoch, worauf Woeikof[3]) mehrfach nachdrücklich aufmerksam gemacht hat, dieses ganze ungeheure Gebiet nicht als einzige Zyklone betrachten. Vielmehr haben wir statt einer einzigen Zyklone mehrere Bruchstücke von Zyklonen vor uns, die dadurch entstehen, daß sehr hohe Gebirge und Plateaus eine allgemeine zyklonische Zirkulation nicht zustandekommen lassen. Aus diesem Grunde sind in Wirklichkeit über Asien im wesentlichen die folgenden drei sommerlichen Tiefdruckgebiete vorhanden:

1. Das Gebiet des niedrigsten Luftdrucks überhaupt, und zwar mit seinem Kern über dem nordwestlichen Indien und Beludschistan, also südlich der höchsten Erhebungen des Festlandes. Es dehnt sich südlich des Himalaya noch weiter ostwärts aus, und im Westen tritt es, durch keine hohen Gebirge oder Plateaus gehindert, mit dem sommerlichen niedrigen Druck über Arabien und Afrika in Verbindung. Die Linien gleichen Druckes schmiegen sich dem Verlauf der Gebirge so sehr an, daß die vorderindische und der westliche Teil der hinterindischen Halbinsel vom übrigen Asien getrennt wird. Denn über Vorderindien und dem Westen Hinterindiens liegen die Isobaren auch im Sommer weiter auseinander, indem der Gradient viel schwächer entwickelt ist als in Südostasien, wo sich die isobarometrischen Linien südostwärts wenden und näher aneinander zu liegen kommen. Es gehört demnach hinsichtlich der Luftdruckschwankungen der Westen Hinterindiens auch im Sommer der vorderindischen Sphäre an, während der Nordosten dieser Halbinsel der südchinesischen Sphäre zuzurechnen ist[4]).

2. Das Tiefdruckgebiet über den Ebenen und Vorbergen Turkestans.

3. Die im Herzen Zentralasiens, und zwar über den niedrigen Teilen von Ostturkestan liegende Zyklone.

Woeikof nennt diese drei Tiefdruckgebiete: das Indische, das Turkestanische und das Zentralasiatische.

Fassen wir zunächst den Regenfall im Bereich der indischen Zyklone etwas näher ins Auge. Indien ist das klassische Land der Monsune. Stärke und Dauer des Monsunwindes, der Indien den Regenfall bringt, stehen in enger Beziehung zum Südostpassat, jener Luftströmung des südlichen Äquatorialgebietes des Indischen Ozeans, die ununterbrochen im Raume zwischen Australien und Madagaskar weht. Der Südostpassat ist zwar, einem absteigenden Luftstrom der allgemeinen Luftzirkulation der Erde entspringend, ein ursprünglich verhältnismäßig trockener

---

[1]) Als Kartengrundlagen meiner Ausführungen dienten mir, soweit nicht mehrfach anderes Material besonders namhaft gemacht ist, die zahlreichen Karten in Bartholomews Physical Atlas, Vol. III, Westminster 1899.

[2]) Vgl. hierüber: W. Trabert, Die Luftdruckverhältnisse in der Niederung und ihr Zusammenhang mit der Verteilung der Temperatur. Met. Zeitschr. 1908, S. 103ff.

[3]) Das sommerliche asiatische Luftdruckminimum. Met. Zeitschr. 1904, S. 502ff. Vgl. auch die Abhandlung desselben Verfassers: Der Luftdruck und die atmosphärische Zirkulation in Asien. Met. Zeitschr. 1900, S. 202ff., sowie: Die Klimate der Erde. Jena 1888/89.

[4]) Vgl. hierüber: W. Brockmöller, Die geographische Verbreitung der monatlichen Barometerschwankungen sowie vor allem die Karten auf Tafel 1 und 2. Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte, 34. Jhrg. 1911, Nr. 4, S. 17.

Wind; er gewinnt jedoch, je weiter er sich von seinem Ursprungsort entfernt, indem er über einen feuchtwarmen, tropischen Ozean weht, ständig an Feuchtigkeitsgehalt, bis er stark mit Wasserdampf beladen in den äquatorialen Doldrumgürtel übertritt. Im Frühsommer gelangt nun der Südostpassat in den Wirkungsbereich der Depression, die sich während der Monate März, April und Mai über Indien und Südasien überhaupt, infolge der starken Erwärmung ausbildet. Die feuchte Luft des Südostpassates, die bis dahin im allgemeinen in nordwestlicher Richtung strömte, wird unter dem Einfluß der südasiatischen Erwärmungszyklone nach Norden gezogen und nördlich vom Äquator infolge der Erdrotation nach rechts, also nach Osten, abgelenkt. Durch das Zusammenwirken dieser Faktoren entsteht aus dem Südostpassat der Südwestmonsun. Seine Mächtigkeit und Dauer, und damit die des Regenfalls über Indien, werden vor allem durch die Energie bedingt, welche der Passat an den Monsun abgibt. Einem allgemein schwachen Südostpassat folgt nach Eliot in der indischen Monsunarea: 1. eine Verzögerung des Überschreitens der Äquatorialgegend durch den Passat, 2. geringes Volumen des Südwestmonsuns, 3. ein frühes Zurückweichen der Südwestmonsunströmung von der indischen Halbinsel, infolgedessen ein wenig ergiebiger Regenfall über Indien und kürzere Dauer der Regenzeit; Dürren und Hungersnöte in weiten Gebieten.

Man hat früher — und man tut es wohl auch heute noch im allgemeinen — die Niederschläge des Südwestmonsuns im Indischen Ozean als „bei weitem die auffallendsten nichtisobarischen Regen der Welt" bezeichnet[1]). Diese Bezeichnung ist nicht richtig. Denn jeder Regenfall auf der Erde, auch der tropische, ist isobarisch, wenn auch der barometrische Gradient in niederen Breiten in der Regel sehr klein ist und daher das Barometer als „Wetterglas" aufhört eine Rolle zu spielen. Nichtisobarisch, wenigstens an Ort und Stelle, wo sie fallen, sind auf der Erde lediglich die echten Steigungs- oder Geländeregen, die wir vornehmlich im Bereich der Passate, bisweilen aber auch in höheren Breiten antreffen. Auch in Indien ist der Regenfall mit Ausnahme der echten Steigungsregen, wie z. B. an den West-Ghats und der Malabarküste, sonst ausnahmslos an den Vorüberzug von Zyklonen gebunden, die auf den täglichen Wetterkarten Indiens mehr oder weniger deutlich erkennbar sind.

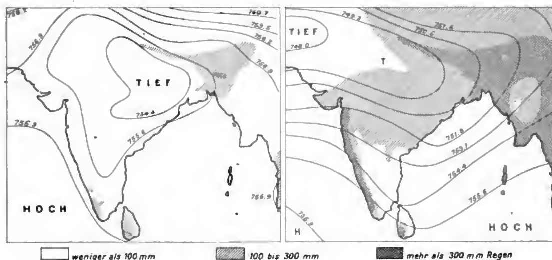
Denn im Juni, Juli, August und September entwickelt sich ein Zyklonenherd im Norden des Bengalischen Meerbusens mit Ausläufern in nordwestlicher Richtung. Diese reichen im Norden bis zum Himalaya, im Westen fast bis zum Indus. Hier sind Zyklonen in dieser Zeit außerordentlich häufig. Außer diesen kräftigeren Zyklonen mit ziemlich tiefem Luftdruck und größerem Gradienten gibt es in Indien aber auch noch schwache Zyklonen mit kleinem Gradienten, wo der Luftdruck im Zentrum etwa nur 3 bis 5 mm niedriger ist als am Rand der Zyklonen. Diese Zyklonen nehmen zumeist ihren Ursprung in der feuchten Gegend im Norden des Bengalischen Meerbusens und wandern nach Westen, und in ihrem Gefolge fallen die meisten Regen Indiens nördlich vom 21.° bis 26.° N-Br.; sie sind unseren Gewitterzyklonen ähnlich. Es zeigen sich hier also ähnliche Verhältnisse wie bei uns im Hochsommer bei den sogenannten echten Gewitterregenlagen im Bereich eines im Zerfall begriffenen festländischen Hochdruckgebietes.

Die merkwürdige Tatsache, daß man die indischen Monsunregen als „nichtisobarisch" bezeichnet hat, ist in der Hauptsache wohl mit dem Umstand zuzuschreiben, daß der Isobarenverlauf über Vorderindien im Mai vor dem Ausbruch des Südwestmonsuns kein grundverschiedener ist von dem, wie er sich zur Zeit der Hauptregenzeit zeigt. Allein Unterschiede sind doch vorhanden, wenn auch weniger die nur unwesentlich auf dem indischen Festland vor sich gegangenen Änderungen in der Luftdruckverteilung in Frage kommen als vielmehr die in der weiteren Umgebung. Diese Unterschiede treten besonders deutlich hervor, wenn wir an der Hand der beiden beigegebenen Kärtchen auch die Luftdruckverteilung des fast noch vollkommen trockenen Monats April berücksichtigen.

[1]) So z. B. auch R. Abercromby, Das Wetter. Freiburg i. B. 1894, S. 175.

Luftdruck- und Regenverteilung über Indien (nach A. Buchan)

im April. **im Juni.**



Nach Ausbruch des Regenmonsuns zu Ende Mai oder Anfang Juni sinkt der Luftdruck noch tiefer als in den beiden ersten Dritteln des Mai, wo noch die heißeste und trockene Jahreszeit über Indien herrscht[1]), wenn auch nicht mehr in dem schnellen Maße wie vom April zum Mai. Auch wandert das Zentrum niedrigsten Barometerstandes im Laufe des April und Mái, entsprechend der Verlagerung des Hitzeherdes nach Nordwesten, den Ganges hinauf, und die Verzerrung der Isobaren durch Teil- oder Randtiefs tritt zum Sommer hin immer deutlicher hervor; ferner ist beim Hereinbrechen des Regens der Gürtel hohen Luftdrucks im Süden der Bai von Bengalen verschwunden: ein ausgedehntes Randtief vom indischen Festland her erstreckt sich nun über diesen Meeresteil, wie das Kärtchen vom Juni zeigt. Daraus geht deutlich hervor, daß der Eintritt des Regens dann erfolgt, wenn gewissermaßen die feuchten Luftmassen aus dem tropischen Kalmengebiete selbst über Indien hereinbrechen, gedrängt von dem den Äquator überschreitenden Südostpassat. So gelangt ein großer Teil der Wasserdämpfe, welche der westliche Ast des Monsuns vom Arabischen Meere, entsprechend dem Isobarenverlauf, zunächst ostwärts bis ostsüdostwärts führt bis in die große Gangesebene und an die Gestade des Bengalischen Meerbusens; er wird als Regen niedergeschlagen in den Zyklonen, welche von dem Bengalischen Meerbusen und der Gegend nördlich von ihm ausgehen. Die Haupteigentümlichkeit des südasiatischen Monsunphänomens besteht also darin, daß gerade in der warmen Jahreszeit, wenn die Verdunstung auf dem Lande ihren Höhepunkt erreicht, auch vom Meere her viel Feuchtigkeit durch den Seemonsun weit landeinwärts getragen wird. Das ostindische Monsungebiet hat bekanntlich — beiläufig bemerkt — die größten auf der Erde überhaupt bekannten Regenmengen aufzuweisen, und diese treten dort ein, wo der Südwestmonsun, gerade von der See herkommend, auf eine Gebirgskette stößt. So finden wir die regenreichste Stelle der Erde am Westabhang des Khasiagebirges. Es bietet dieses Gebirge einen grellen Gegensatz zu der im Schatten des Südwestmonsuns gelegenen, ziemlich trocknen Landschaft des mittleren Irawadi. Diese empfängt im Vergleich zu ihrer Umgebung das Maximum nicht zur Zeit des Sonnenhöchststandes, sondern im Mai und Juni sowie im September, besonders im letzteren Monat, wo der Luftdruck über Ostasien wieder stark steigt, wodurch

[1]) Die heftigen Regen während des Südwestmonsuns beeinflussen also die Temperatur derart, daß das Maximum schon vor dem Höchststand der Sonne erreicht wird. Die heißeste Zeit im östlichen Indien ist daher April und Mai, kurz vor dem Eintritt der heftigen Regen. Zu Mahabuleshvar erniedrigen sie die Temperatur sogar unter die des Winters. Nur wo ein Gebirge den Südwest abhält sowie im trocknen nordwestlichen Indien tritt das Wärmemaximum normal mit dem Sonnenhöchststand ein.

der dem vorderindischen Tief zuströmende Monsun mehr in die südliche Richtung gezwungen wird.

Die dem Wirkungsbereich des Passatwindes näher gelegene Insel Ceylon ist ebenso wie das südöstliche vorderindische Festland in den drei Sommermonaten trockener als im Mai. Erst im Laufe des Herbstes, wenn sich die indische Wärmezyklone südwärts zurückzieht, können die von dem stark erwärmten Golf von Bengalen stammenden Luftmassen den südlicher gelegenen Gebietsteilen wieder mehr Feuchtigkeit zuführen. Bei den hierdurch zustandekommenden Regenfällen wird natürlich auch die nun über Indien nach den verbreiteten sommerlichen Regenfällen vorhandene Landfeuchtigkeit eine gewisse Rolle spielen. Der Hauptgrund für die bessere Benetzung des südöstlichen Teiles Vorderindiens ist aber jedenfalls darin zu erblicken, daß sich das sommerliche Gebiet niedrigen Luftdrucks vom Festland in südöstlicher Richtung im Laufe des Herbstes über den Golf von Bengalen nach dem Äquator zurückzieht, wohingegen diese hinter den West-Ghats, im Schatten des regenspendenden Monsuns liegenden Landschaften des Südostens während der Regenzeit des Nordens und des kontinentalen Innern Indiens ein verhältnismäßig trockenes Gebiet sind. Die nordwestlichen Teile Indiens: der Pandschab und Sinde, sind teilweise ganz trocken. Diese „indische Wüste" zwischen dem Aravalligebirge und den Grenzgebirgen von Beludschistan und Afghanistan verdankt ihre Entstehung zweifellos einer Ablenkung des Südwestmonsuns, der schon im oberen Bengalen von Südosten kommt und daher als ein trockener Landwind von dem mittelindischen Bergland in die Niederungen des Industales hinabweht. Höchst bemerkenswert ist daher der Gang der Niederschläge während der eigentlichen Regenzeit in Indien, der sich dadurch auszeichnet, daß die Regen in Ceylon im Frühling beginnen, dann zu Beginn des Sommers langsam an den Westküsten von Vorderindien — und ebenso Birma — mit Verschonung von Madras nordwärts vorrücken, bis sie Kalkutta und das untere Bengalen drei oder vier Wochen später erreichen als Colombo. Es können demnach zu Beginn der Regenzeit, abgesehen von dem Gebiet der Geländeregen der Westküste, nur die kühleren Gestade der östlichen Küstenländer der ozeanischen Feuchtigkeit teilhaftig werden; erst bei weiterer durch die Bewölkung und Regenfälle selbst bewirkter Abkühlung und infolge der Verdunstung von Landfeuchtigkeit, die sich den aufsteigenden Luftströmen mitteilt, erhält dann im Laufe des Sommers das kontinentale Innere der vorderindischen Halbinsel ergiebigere Regenfälle als das nur ursprünglich zu Beginn des Sommermonsuns besser benetzte Küstengebiet, weil eben das Zielgebiet des Monsuns mit der Sonne sich nordwärts verlagert. (Vgl. die beiden beigegebenen Figuren). Im übrigen ist das kontinentale Regengebiet im Innern der Halbinsel südlich des Ganges nächst den Luvseiten der West-Ghats dasjenige Gebiet Indiens, welches wegen seiner regelmäßigeren und reichlicheren Durchfeuchtung am wenigsten unter Dürreperioden zu leiden hat, im Gegensatz zu dem im Regenschatten der West-Ghats liegenden Südosten und dem trockeneren Gebiet des oberen Ganges, die von Dürren und Hungersnöten heimgesucht werden, wenn der Monsun nicht kräftig entwickelt ist. Während im Oktober auf dem indischen Festland die Regenfälle überall zu Ende gehen, dauern sie zur Zeit des Nordostmonsuns auf der Insel Ceylon sowie an der Südostküste Indiens fort; ja sie werden hier sowie auf Ceylon teilweise überhaupt ergiebiger als zur Zeit des Südwestmonsuns, weil im Winter der Nordhalbkugel die Insel stärker in den Wirkungsbereich des tropischen Tiefdrucks zu liegen kommt als in unserem Sommer.[1]) Scharfe Wetterscheiden bilden hier, wie überhaupt in der Tropenzone, die Gebirge, welche starke Gegensätze in der Regenverteilung bewirken. So hat der südliche Teil der Coromandelküste stärkere Regen beim Beginn des Nordostmonsuns, weil dieser, von der See kommend, seine Feuchtigkeit an den Ost-Ghats absetzt; während des Südwestmonsuns herrscht hingegen Trockenheit. Die Malabarküste dagegen hat die normale Regenzeit während des Südwestmonsuns.

Gleichwie Indien hat auch das südliche Arabien tropischen Regen zur Zeit des Südwestmonsuns. Aber wie sehr auch hier die Regen von der Stellung der Ge-

[1]) Vgl. hierzu auch das weiter unten auf S. 550 über die Sundainseln usw. Gesagte.

birge abhängig sind gegenüber den vorherrschenden Winden, zeigt die Tatsache, daß nur im Innern des südlichsten Teiles von Arabien, südlich vom 17.° N-Br. reichliche Regen fallen, während die Küste dürr bleibt, gleichwie die Landschaften des Innern, die unter der vorwiegenden Herrschaft polarer Strömungen stehen. Nördlich des Wendekreises herrschen dagegen Winterregen wie in Syrien und den angrenzenden Gebieten. Im südlichen Teile des Roten Meeres, jenseits des Wendekreises ist Regen eine große Seltenheit, obgleich die Luft beständig so feucht ist, daß die hier geringe Temperaturerniedrigung bei Nacht hinreicht, einen durchnässenden Taufall zu erzeugen[1]). Es fehlen jedoch in dem von Gebirgen umrahmten Meeresbecken abkühlende Luftströmungen, weil alle Winde von stark erhitzten Wüstengebieten herkommen. In den Gebirgen der arabischen wie der afrikanischen Küste fehlen aber die Gewitterregen nicht. Im Sommer wehen Nordwinde auf dem Roten Meere bis Bab el Mandeb hinab, im Winter wehen im südlichen Teile bis Dscheddah hinauf Südwinde, im nördlichen Teile wechseln Süd- und Nordwinde.

Nicht nur das südliche, sondern auch das ganze östliche Asien hat seine Hauptregenzeit fast ausschließlich im Sommer, da ein zweiter Kern des sommerlichen asiatischen Tiefdrucks über dem östlichen Turkestan und der Mongolei mit einem Ausläufer bis in die Amurländer und das östlichste Sibirien hinein sich erstreckt, während die nordpazifische subpolare Zyklone in den Sommermonaten äußerst schwach entwickelt ist. Über ganz Asien stellt sich daher ein Sommermonsun ein, der bis über Ochotsk, also mindestens bis 60° N-Br., hinaufreicht. Denn auch hier herrschen im Sommer konstante Seewinde aus Südost. An den Küsten des Nördlichen Eismeeres wehen ebenfalls Seewinde landeinwärts. So haben der Süden und der Osten von Asien einen gemeinsamen Charakterzug des Klimas von so durchgreifender Bedeutung, daß man dieses Gebiet, obgleich es unter sehr verschiedenen Breiten und Isothermen liegt und von der tropischen bis gegen die arktische Zone hinaufreicht, dennoch als einer klimatischen Provinz angehörig betrachten muß. Und dieses klimatische Element ist eben die Jahresperiode der Winde und Regen, die ausgeprägte Herrschaft entgegengesetzter Winde mit entgegengesetzten Eigenschaften während der extremen Jahreszeiten.

An der Küste von Nordostasien verspäten sich allerdings die Sommerregen, und es wird auch der Herbstniederschlag reicher, besonders auf den vorgelagerten Inseln, da um diese Zeit der Ozean am wärmsten ist. Die Westküste der japanischen Inseln Yezo und Nippon hat Herbst- und Winterregen, die Ostküste Sommer- und Herbstregen. Der südliche Teil Japans hat dagegen echte Sommerregen, den Monsunregen Südchinas entsprechend. Die Halbinsel Korea stimmt dagegen mit dem Osten Chinas überein, da die Sommerregen weitaus vorherrschend sind. Reichliche sowie fast ausschließlich sommerliche Regenfälle, und zwar namentlich im Juli und August, hat die Amurprovinz, wo die Winterniederschläge wegen der Gebirgsumrahmung geringer sind als selbst im nordöstlichen Sibirien. An der Küste des Amurlandes und des Ochotskischen Meerbusens finden wir dagegen das Maximum der Niederschläge im August und September; auf der Halbinsel Sachalin fällt im September die Hauptmenge des Regens.

So sehen wir, wie die Äquatorialseite des indischen Tiefdruckgebietes und die Ostseite des zentralasiatischen Tiefdrucks die feuchten Regenseiten sind. Ein großer Unterschied besteht aber nun, wie Woeikof ausführlicher erörtert hat, bezüglich der polaren Seite der oben genannten drei asiatischen Tiefdruckgebiete, und das wäre der, daß die im Bereich der Polarseite des arabisch-afrikanischen sowie des westturkestanischen Tiefdruckgebietes gelegenen Gegenden, von dem turkestanischen Tief durch keine hohen zusammenhängenden Bergketten oder Plateaus getrennt, z. T. in die subtropische Zone mit spärlichen oder vielmehr ganz fehlenden Sommerregen hineinragen, während das bei den auf der Rückseite des zentralasiatischen Tiefs liegenden Landschaften nicht der Fall ist. Denn nördlich von den ersteren macht sich im Sommer eine erhebliche Zunahme des Luftdrucks bemerkbar, und da die Luftdruckverteilung des Sommers sehr konstant ist, so be-

[1]) Lorenz und Rothe, Lehrbuch der Klimatologie, mit besonderer Rücksicht auf Land- und Forstwirtschaft. Wien 1874. S. 469.

wirkt der von Norden nach Süden, bzw. von Nordwesten nach Südosten gerichtete Gradient beständig aus polarer Richtung stammende Winde und Regenlosigkeit bis zum westlichen Turkestan. Im Sommer erstreckt sich eine Zunge höheren Luftdrucks vom südlichen Ural bis gegen den Baikalsee, von der aus der Luftdruck besonders nach Süden und Südosten abnimmt. Die Isobare von 755 mm macht im Juli einen Vorstoß über Transbaikalien bis gegen die sibirische Küste[1].

Anders sind dagegen die Verhältnisse in den Gegenden nördlich von dem zentralasiatischen Gebiete niedrigen Druckes, welches gegen den Wirkungsbereich seiner nördlichen Umgebung durch das hohe Tien-Schan-Gebirge abgeschlossen ist. Die Zunahme des mittleren Luftdrucks im Sommer von Süden nach Norden ist dort nicht so groß wie im Westen, und die höhere Breitenlage des zentralasiatischen Gebietes gibt Veranlassung zur Entwicklung kräftigerer Zyklonen mit stärkerem Gradienten. Im Gegensatz zu den unmittelbar nördlich des afrikanisch-arabischen und turkestanischen Gebietes gelegenen Landschaften sind diese Umstände aber als Ursachen häufigerer und ergiebigerer Regen in den nördlich des zentralasiatischen Minimums gelegenen Ländern anzusehen.

Was die Witterungsverhältnisse im Bereich des sommerlichen Gebietes niedrigen Luftdrucks in Innerasien anlangt, so ist ferner nach Woeikof sicher, daß der zyklonische Typus der Witterung, wie er in Europa und im östlichen Nordamerika bekannt ist, dort nicht herrscht. Denn die Bewölkung ist meistens gering, Regen fehlen oder sind selten und sehr spärlich, die unperiodischen Änderungen der Temperatur und des Luftdrucks sind sehr klein, die periodischen groß. Die Witterung ähnelt mehr dem uns bekannten Typus der sommerlichen Antizyklonen als dem der Zyklonen. Das ist eine Folge der großen Lufttrockenheit und des geringen Gradienten, der die sich etwa entwickelnden Einzelzyklonen auszeichnet. Zwar wehen in das innerasiatische Tiefdruckgebiet, besonders von Tibet her, ebenfalls während der Periode des Südwestmonsuns oft starke Südwinde, aber sie sind trocken und haben ihre Feuchtigkeit auf der indischen Seite des Himalaya oder über dem nordchinesischen Berglande bereits abgegeben. So gehören die im Bereich des zentralasiatischen Tiefs gelegenen Landschaften, das ostturkestanische Tiefland und die Wüste Gobi, zu den trockensten Gebieten der Erde. Der Regen fällt nur in kurzen Güssen und auf wenige Regentage zusammengedrängt, und zwar besonders im Frühsommer, der eigentlichen „Regenzeit“ der Wüsten überhaupt.

Es erhebt sich nun die interessante Frage, die Woeikof[2]) bereits 1904 aufgeworfen hat, wie sich die zur Sommerzeit über Sibirien ziehenden Zyklonen zu dem beständig niedrigen Drucke im Süden, d. h. in Zentralasien, verhalten. „Es ist möglich, daß sie einseitig ausgebildet sind, wie einige der nordeuropäischen Zyklonen, welche südliche Ausbuchtungen der großen Polarzyklone sind, namentlich in der Höhe von 2000 bis 3000 m und mehr.

Die sibirischen sommerlichen Zyklonen würden teilweise nördliche Ausbuchtungen der großen zentralasiatischen Zyklone sein. Nur wird diese Form von Zyklonen den unteren Luftschichten eigen sein, denn je höher die Luftschicht, desto höher muß der Luftdruck im Süden sein.“

Was Woeikof hiermit meint, ist wohl nicht klar und bestimmt genug ausgedrückt. Jedenfalls kann es sich meines Erachtens nur um die prinzipielle Frage handeln, ob die über Sibirien ziehenden Depressionen als nördliche Randgebilde der innerasiatischen Zyklone aufzufassen sind, oder doch als solche Luftdruckgebilde, die vom Atlantischen Ozean oder dem Eismeere kommend, dem stationären kontinentalen Tiefdruck zuziehen und sich unter Umständen mit ihm vereinigen.

Die seit einer Reihe von Jahren regelmäßig erscheinenden Wetterkarten des russischen Reiches weisen nun gegenwärtig noch eine allzu große Lückenhaftigkeit des Beobachtungsnetzes in Sibirien und somit eine viel zu große Unvollständigkeit auf, um diese Frage heute schon endgültig beantworten zu können. Soviel scheint jedoch aus jenem Material bereits hervorzugehen, daß die vom Atlantischen Ozean

[1]) Klimatologischer Atlas des russischen Reiches. St. Petersburg 1900. Vgl. auch: Met. Ztschr. 1901, S. 332.

[2]) a. a. O. Met. Zeitschr. 1904, S. 509.

über Sibirien ziehenden Tiefdruckgebiete vielfach die Neigung zeigen, an ihrer Südseite stärkere Rand- oder Teiltiefs auszubilden, die vor allem dem südlichen Sibirien ziemlich reichliche Sommerniederschläge bringen, dagegen nicht mehr dem westlichen Turkestan und den von der zentralasiatischen Zyklone bedeckten Gebieten der Mongolei und des östlichen Turkestan, da diese Luftdruckgebilde, was die zuletzt genannten östlicheren Gebietsteile anlangt, zumeist nördlich davon vorbeizuziehen pflegen, indem dann das zeitweilig südlicher gedrängte zentralasiatische Wärmetief seine selbständige Stellung beizubehalten scheint. So bestätigt sich allem Anschein nach auch hier die Regel, daß Gebiete, in denen sich eine konstante Depression aufhält, gegen wandernde Minima gewissermaßen geschützt sind, als wären sie von stabilen Antizyklonen bedeckt. Dasselbe ist ja auch der Fall bei dem vorderasiatischen sommerlichen Minimum, in das vom Mittelmeer her fast nie eine Depression hineingelangt[1]).

Die ergiebigeren Niederschläge beginnen im westlichen Sibirien im Mai und rücken mit der gleichfalls von hier ostwärts fortschreitenden Erwärmung allmählich im Laufe des Juni bis Ostsibirien vor, so daß sich im Hochsommer unter gleichzeitiger Ausdehnung der monsunartigen Regen über dem äußersten Nordosten Asiens westwärts bis in die Gegend des rechten Lenastromgebietes eine niederschlagsreiche Zone vom Atlantischen Ozean durch das südliche Sibirien hindurch bis zum Pazifischen Ozean erstreckt. Im Laufe des September beginnen die Regenfälle dann von Ostsibirien sowohl ostwärts wie auch westwärts wieder zu erlöschen. Man erkennt aus dieser Tatsache deutlich, wie alles Land vom Stromgebiet der Lena ostwärts seine regelmäßigen Sommerniederschläge mit nordöstlichen, südöstlichen und östlichen Winden vom Großen Ozean her empfängt, während das Gebiet westlich davon seine Feuchtigkeit vom Atlantischen Ozean, bzw. vom Eismeer erhält. Das westliche Sibirien empfängt jedoch auch im Winter Niederschläge. Ja, im Winter sowie in den Übergangsjahreszeiten herrschen sogar die Äquatorialwinde vor, während im Sommer die Polarwinde häufiger sind. In der kalten Jahreszeit beherrschen demnach die vom Atlantischen Ozean nach Osten ziehenden Minima das Klima Westsibiriens, und auch im westlichen Turkestan ist dasselbe der Fall. Aus diesem Grunde ist das zuletzt genannte Land ein Winterregengebiet.

Im Herbst findet von Innerasien aus ein schnelles und starkes Ansteigen des Luftdruckes statt, und zwar pflegt sich der Typus der winterlichen Luftdruckverteilung bereits im September durch das Auftreten eines Hochdruckkernes über dem Altai bemerkbar zu machen. Ja, stellenweise, wie z. B. in Turkestan, ist der Spätherbst überhaupt die Zeit des höchsten Barometerstandes im Jahre. Besonders in Innerasien ist daher der Herbst ebenfalls eine atmosphärisch ziemlich ruhige Jahreszeit. Es gilt somit vom Innern das Umgekehrte im Vergleich zu den ozeanischen Randgebieten Ostasiens, wo vor allem die japanischen Inseln besonders in den Monaten September und Oktober von Taifunen heimgesucht werden. Im allgemeinen finden im Herbst nur noch an den Spitzen der Halbinseln sowie an größeren Vorsprüngen des asiatischen Festlandsrumpfes ergiebigere und verbreitetere Niederschläge statt. Wir haben hierauf oben schon hingewiesen. Gleichwie im Golf von Mexiko haben wir auch in der Chinasee verhältnismäßig hohe Barometerschwankungen. Es tritt hier wie dort der Gegensatz einer im Herbst sich stark abkühlenden Festlandmasse und einer noch recht warmen Meeresfläche auf, indem der sich ausprägende antizyklonale Typus des Kontinents und der zyklonale des Meeres nicht nur im Süden, sondern auch an der ganzen Ostküste d e Bedingungen großer Gegensätzlichkeit abgibt. Im Süden, besonders auf den Philippinen sowie in den an die Chinasee angrenzenden Gebieten erhöhen natürlich auch die namentlich im Spätsommer und Herbst auftretenden Taifune als vollkommene Analoga zu den Hurricanes des südöstlichen Nordamerika die Barometerschwankungen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß für die Häufigkeit und Schwere dieser gefürchteten Sturmwirbel besonders im Herbst in der Hauptsache der Gegensatz des schnell erkaltenden Innern mit seinem stark steigenden

[1]) Vgl. hierüber: H. Krugler, Die Windverhältnisse im östlichen Mittelmeer und seinen Randgebieten. Inaug. Diss. Berlin 1912. S. 55.

Luftdruck gegenüber der zu dieser Jahreszeit noch sommerlich warmen Chinasee, über der sich der Luftdruck im allgemeinen gegenüber dem Sommer nur langsam und wenig ändert, verantwortlich zu machen ist.

Noch trockener als im Herbste werden aber alle diese Landschaften im Winter, welcher die trockene Jahreszeit des unter dem kontinentalen Niederschlagsregime stehenden und somit weitaus größten Teiles von Asien ist. Statt des Zielpunktes der sommerlichen Monsune sind im Winter in Südasien die Ebenen des Pandschab, Ober- und Zentral-Indiens und Assams sowie die Abhänge des Himalaya der Ursprung des Nordostpassates im Indischen Ozean. Doch ist die vorderindische Halbinsel durch den Himalaya gegen die winterlichen Wirkungen des Innern vortrefflich geschützt, so daß diese bedeutend geringere Druckschwankungen im Winter aufzuweisen hat als Hinterindien mit seinen meridional auslaufenden Tälern und Gebirgen. Vor allem sind aber Ostsibirien und Transbaikalien das ganze Winterhalbjahr hindurch in den Gürtel hohen Luftdrucks eingeschlossen, der die „große Achse des Kontinentes“ darstellt, und somit allseitig von der Zufuhr ozeanischer Feuchtigkeit abgeschnitten. Die pazifischen Randländer teilen dasselbe Schicksal, denn die winterliche Bodenständigkeit der ostasiatischen Antizyklone bewirkt hier eine nahezu passatische Konstanz trockener nordwestlicher Landwinde, die weit auf das Meer hinaus vordringen und nur den Westhängen der japanischen Inselkette Feuchtigkeit zuführen. Da im Sommer aber bis über die Amurmündung hinaus der Südostmonsun herrscht, so entsteht hier ein schärferer Gegensatz zwischen Winter und Sommer als sonstwo in höheren Breiten und eine strenge Periodizität der Niederschlagsverteilung, die an die Tropen erinnert. Das ganze nordöstliche Asien wird somit in den Wirkungsbereich der Rückseite des nordpazifischen Minimums gezogen[1]).

Was zunächst den Südosten Asiens anlangt, so entsprechen hier im allgemeinen die Regenzeiten denen von Indien; es handelt sich daher um Sommerregen, doch kommt hier noch öfter der Fall vor, daß die Hauptregenzeit in die Periode des Nordostmonsuns fällt, wie es besonders auf den Sundainseln und den Philippinen der Fall ist. Wo sich, wie z. B. in Ceylon, Borneo oder Celebes, dem Nordostpassat eine Gebirgskette entgegenstellt, kann auch dieser für die Luvseite zum Regenwind werden. Darum hat die Nordostküste von Ceylon, von Formosa, von Borneo und Celebes im Winter zur Zeit des Nordostpassates ein Niederschlagsmaximum.

Gegen den Äquator hin verteilt sich übrigens der Niederschlag mehr über das ganze Jahr, und vor allem ist zu beachten, daß die südliche Hälfte von Sumatra und Borneo und besonders Java in unserem Winter ganz unter dem Einfluß des Nordwestmonsuns Australiens stehen. Die dem Südostpassat ausgesetzten Südküsten werden in unserem Sommer ein Regenmaximum haben, die Nordküsten in unserem Winter. Auch die gebirgigen Küsten des Festlandes, die sich dem Nordostmonsun entgegenstellen, haben im Winter ziemlich reichliche Regenmengen, so vor allem Cochinchina und auch die Halbinsel Malakka. Das Bemerkenswerte bei der jahreszeitlichen Verteilung des Niederschlags auf den Sundainseln beruht demnach in der Zunahme der Regenfälle gegen Ende des Jahres bei abnehmender Sonnenhöhe. Die Ursache hiervon ist die Barometerdepression, die sich im November über dem westlichen Sundagebiet entwickelt und dann, nach Süden sich verschiebend, mit dem australischen Tiefdruck verschmilzt. Die Regenkurve der Sundainseln und Malakkas läßt sich daher nach Supan[2]) aus der Interferenz zweier Wellen, einer astronomischen und einer barometrischen, erklären.

Was China anlangt, so haben nicht nur dessen östliche Provinzen für ein so streng kontinentales Klima, wie es Asien hat, noch verhältnismäßig reichliche Niederschläge im Winter, sondern auch die Gegend nördlich vom Wendekreis des Krebses bis zum Kuenlun und seiner östlichen Ausläufer läßt hinsichtlich der floristischen Durchsetzung des Waldes mit immergrünen Farnen und Eichen ohne

[1]) Vgl. hierüber: L. Coellen, Der Gegensatz in den außertropischen Klimaten der kontinentalen West- und Ostküsten auf der Nordhemisphaere. Abh. der k. k. Geogr. Ges. in Wien. III. Bd. 1901. Nr. 3.

[2]) Verteilung des Regenfalls auf der festen Erdoberfläche. Peterm. Mittlgen. Ergh. Nr. 124. 1898 S. 47. Vgl. auch: W. Trabert, Meteorologie und Klimatologie. Leipzig und Wien. 1915. S. 110

weiteres darauf schließen[1]), daß auch dieses Gebiet im Winter noch häufiger von Zyklonen durchzogen oder doch stark gestreift wird, die am Südrande der innerasiatischen Antizyklone entlangziehen. Im übrigen sind auch über Südchina, gleichwie im Himalaya, in den höheren Schichten der Atmosphäre im Winter die Südwinde stark vorherrschend, die diese Gebirgsgegenden erwärmen, so daß nicht selten stärkere Temperaturinversionen vorhanden sind. Die Mächtigkeit des Wintermonsuns ist demnach verhältnismäßig gering; die indischen Bergregionen liegen schon über dem Wintermonsun, der somit nirgends eine Mächtigkeit von 2000 m überschreitet. Der Grund hierfür ist darin zu erblicken, daß die Unterschiede des Luftdrucks über ganz Vorderindien im Winter viel kleiner sind als im Sommer.

In der Zeit von November bis März ziehen bisweilen auch von Lappland oder Nowaja Semlja Tiefdruckwirbel, die nicht selten Kältewellen in ihrem Gefolge haben, über Beludschistan, Afghanistan und Persien an den Südabhängen des Himalaya entlang, hier gewaltige Schneemengen entladend, bis nach Nordindien, wo sie aber nicht südlich des 25.° N-Br. beobachtet werden[2]). Es läßt sich jedoch nach dem heute vorliegenden mehr als lückenhaften meteorologischen Beobachtungsmaterial aus China nicht erkennen, ob und inwieweit etwa auch noch diese Tiefdruckwirbel in Südchina Niederschläge im Winter verursachen, was aber sehr wahrscheinlich ist, da aus dem Innern Asiens heraus im Winter Frost und Schnee im südlichen China bisweilen über den Wendekreis hinausgetragen werden. Anderseits reicht freilich auch der oberschichtige „Antimonsun" des Winters bis nach Tibet und bringt den zentralasiatischen Hochgebirgen Schnee[3]).

Im Winter gelangen überhaupt bis in die Gegend des westlichen Turkestan und Westsibiriens, sei es vom Mittelmeere oder vom Atlantischen Ozean einerseits, sei es von letzterem oder vom Eismeere anderseits, Tiefdruckwirbel. Doch ist der Niederschlag spendende Einfluß dieser Luftdruckgebilde wenigstens in Westsibirien schon verhältnismäßig gering, da die Tiefdruckwirbel auf ihrem binnenwärts gerichteten Fortschreiten sich immer mehr verflachen, und weil die Feuchtigkeitszufuhr von Westen und Nordwesten her aus Gründen der Temperatur- und Luftdruckverteilung immer geringer wird, je weiter die Tiefdruckgebiete ostwärts ziehen.

Die im Winter überhaupt niederschlags- und schneeärmste Gegend des kontinentalen Asien ist nicht etwa Ostsibirien, sondern Transbaikalien, das ganz im Wirkungsbereich der konstanten winterlichen Antizyklone infolge seiner Abgeschlossenheit liegt. Eine ganz eigenartige Stellung nimmt in Ostasien hinsichtlich der jahreszeitlichen Niederschlagsverteilung die Halbinsel Kamtschatka ein, insofern, als hier die größte Menge im Winterhalbjahr fällt. Die Ursache hiervon ist natürlich die Nähe der um diese Jahreszeit am kräftigsten entwickelten subpolaren nordpazifischen Zyklone.

Das eigentliche Winterregengebiet des Kontinentes ist jedoch Vorderasien[4]), das einem Flächenraume von etwa der achtfachen Größe des Deutschen Reiches entspricht. Die Ursache der Winterregen in diesem Gebiete ist vor allem darin zu erblicken, daß einerseits die polare Seite des südasiatischen Tiefdrucks keine sommerlichen Niederschläge aufkommen läßt, und daß anderseits das Mittelmeer mit seinen Nebenmeeren tief in die Kontinentalmassen der Alten Welt einschneidet, wozu noch binnenländische Wasseransammlungen, nämlich das Schwarze und Kaspische Meer sowie bis zu einem gewissen Grade auch der Aralsee als nicht zu unterschätzende Faktoren für die Begünstigung der Niederschlagsbildung hinzutreten. Denn über dem winterwarmen Mittelmeere bildet sich bekanntlich in der kühleren Jahreszeit eine Rinne niedrigen Luftdrucks aus, die Veranlassung zur Entstehung von Tiefdruckwirbeln führt, deren östliches Fortschreiten jene binnen-

[1]) Vgl. hierüber auch folgendes: H. Mayr, Fremdländische Wald- und Parkbäume für Europa. Berlin 1906.

[2]) Vgl. hierüber: An Acount of the more important Cold Weather Storms in India 1876/91 in Indian Met. Memoirs. Bd. IV. Calcutta 1893. In neuester Zeit ist ein verwandtes Thema in der Revue de Geographie annuelle Bd. VII, Paris 1913, behandelt worden, betitelt: „Les Depressions Continentales et le climat du Tonkin".

[3]) Vgl. v. Richthofen, China. 1877. Bd. I, S. 90.

[4]) Vgl. hierüber und über folgendes: H. Krugler a. a. O., besonders die lehrreichen Karten der Luftdruckverteilung der einzelnen Monate.

ländischen Wasseransammlungen in hohem Maße begünstigen. Nur das südliche Arabien, das noch auf der Vorderseite des indisch-afrikanischen Tiefdruckgebietes liegt, hat tropische Regen zur Zeit des höchsten Sonnenstandes, und die Nordabhänge des pontischen Gebirgszuges Kleinasiens empfangen bei den fast ständig vom Schwarzen Meere her dem vorderasiatischen Tiefdruck zuströmenden Nordwinden auch im Sommer reichliche Regenfälle.

In hohem Grade bemerkenswert für die sommerliche Luftdruckverteilung Kleinasiens ist vor allem der Umstand, daß über dem erhitzten Innern der Halbinsel nach den allerdings sehr dürftigen Barometerstandsbeobachtungen des Gebietes und seiner Umgebung in den Sommermonaten kein abgeschlossenes Wärmetief, wie wir es über Spanien finden, zur Ausbildung zu kommen scheint. Vielmehr zeigen die Isobaren nur eine stärkere Ausbuchtung, die etwa den Küstenumrissen der Nord- und Westseite entspricht, während ein abgeschlossenes Tief über der Gegend der Insel Zypern in Erscheinung tritt. Seine Realität vorausgesetzt, ließe sich dieses vielleicht dadurch erklären, daß infolge der gewaltigen Ausdehnung der südasiatischen Wärmezyklone die eigene Luftzirkulation über dem kleinasiatischen Festland unterdrückt wird und infolgedessen nur da zum Vorschein kommen könnte, wo ihre Entwicklung am wenigsten gestört ist, nämlich über einem sehr warmen Meeresteile, wo immerhin zugleich der Einfluß der Landmassen am größten ist. Das wäre da, wo die kleinasiatische und die syrische Küste einen rechten Winkel bilden. Bemerkenswert für dieses unmittelbar über dem Meere selbst gelegene Tief wäre übrigens gleich wie für das spanische Wärmetief die fast absolute Regenlosigkeit in dem von ihm bedeckten Gebiet. Natürlich werden auch die Ursachen die gleichen sein.

Im Herbst ändern sich zwar gegenüber der fast allgemein sommerlichen Trockenheit die Verhältnisse insofern, als sich auch in den übrigen Küstengebieten Kleinasiens sowie an den Küsten Syriens und Palästinas Regenfälle einstellen; doch haben die Binnenlandschaften auch zu dieser Jahreszeit noch Trockenheit aufzuweisen. Der Grund hierfür ist darin zu erblicken, daß mit dem Schwinden der südasiatischen Zyklone sich wieder wandernde Minima wenigstens über den warmen Meeresteilen des Mittelmeeres einstellen. Allerdings erstreckt sich der Einfluß dieser Luftdruckgebilde wohl aus dem Grunde nicht sehr weit binnenwärts, weil im Herbste auf dem asiatischen Festland der Luftdruck außergewöhnlich schnell ansteigt, um in den winterlichen Typus überzugehen. So scheint sich in Vorderasien die Erscheinung des „Altweibersommers“ im großen zu zeigen. Aber wir dürfen auch nicht vergessen, daß anderseits im äußersten Süden Arabiens und Indiens der sommerliche Tiefdruck sich im Herbst doch nur sehr allmählich auflöst, bzw. zurückzieht, so daß im größten Teile Vorderasiens die kondensationsfeindlichen Winde aus polarer Richtung noch allzu stark die Oberhand haben. Zwar nimmt die Höhe des Luftdrucks über dem Festland im Winter weiter zu, allein die wandernden Minima wachsen ebenfalls an Stärke und Häufigkeit. Dazu kommt, daß sich im Winter ein Teil des innerasiatischen Hochdrucks im Laufe des Winters südwestwärts verlagert und über dem erkalteten Innern Arabiens eine selbständige Stellung einnimmt, indem er Veranlassung zur Entstehung einer flachen Furche niedrigen Luftdrucks über Syrien und Mesopotamien gibt, die dann als Zugstraße von den Tiefdruckwirbeln des östlichen Mittelmeeres benutzt wird. So finden wir denn auch in Mesopotamien neben den Nordwestwinden auch häufig Südostwinde, die wohl in erster Linie durch besonders tiefe Minima im östlichen Mittelmeere verursacht werden und so dem Lande den ozeanischen Charakter des Subtropenklimas geben. Besonders gegen Ende des Winters finden wir die hier gekennzeichnete Luftdruckverteilung ausgeprägt. Aber auch in den Wirkungsbereich atlantischer oder vom Eismeere stammender Tiefdruckwirbel wird nicht nur das westliche Turkestan, sondern auch das nördliche Faltenland Vorderasiens sowie auch noch der Himalaya im Winter einbezogen, wie wir schon oben erwähnt haben. Allem Anschein nach schöpfen alle jene von Westen oder Nordwesten heranziehenden Tiefdruckwirbel, nachdem sie längere Zeit über das Festland gezogen, neue Energie vom warmen Persischen Golf her.

Was nochmals die rein mittelmeerischen Tiefdruckwirbel betrifft, die über Vorderasien ihren Weg nehmen, so ist ihr Zug um so südlicher, je kräftiger und aus-

gedehnter der winterliche Hochdruck über der Balkanhalbinsel entwickelt ist[1]). So können wir in der Hauptsache zwei Zugstraßen unterscheiden: die eine führt bei wenig stark ausgeprägtem Hochdruck über der Balkanhalbinsel durch Griechenland mitten durch zum Schwarzen Meere[2]); die sie benutzenden Wirbel ziehen die Südküste Asiens sowie Palästina, Syrien und Nordägypten nicht mehr oder kaum noch in ihren Wirkungsbereich. Die andere Zugstraße führt die Minima mehr oder weniger südlich über das levantinische Becken, weil dem höherem Luftdruck über der südosteuropäischen Halbinsel die Minima weiter südwärts ausweichen müssen und sie so auch den zuletzt genannten Gebieten Niederschläge bringen können[3]).

Zum Frühjahr hin werden in Vorderasien die Verhältnisse für das Zustandekommen der Niederschläge auf weiten Gebieten besonders günstig. Zu dieser Jahreszeit findet über ganz Asien eine gewaltige Luftauflockerung des sehr hohen winterlichen Luftdrucks statt, aber der Übergang von der winterlichen zur sommerlichen Luftdruckverteilung vollzieht sich dennoch viel allmählicher als der vom Herbst zum Winter.

Auch die spärlichen Regenfälle Ostturkestans und der Mongolei im Frühling und Frühsommer hängen natürlich ebenfalls mit dieser Luftauflockerung zusammen, bei der sich starke Barometerschwankungen bemerkbar machen, und zwar besonders im April. Gewaltige Staubstürme dringen dann aus dem Innern ostwärts selbst bis an die Küste vor. Auch in Sibirien ist der Frühling sehr unruhig, und heftige Schneestürme (Burane) machen sich daher auch noch im April bemerkbar. So erfahren gerade auch in kontinentalen Teilen Asiens im Frühling die Niederschläge vielfach eine Steigerung und sind hier im allgemeinen ergiebiger als im Herbst und Winter wegen der günstigeren Luftdruckverhältnisse. Die hauptsächlichsten Gebiete der Frühlingsregenfälle sind die inneren Teile Kleinasiens, ferner Mesopotamien, Iran sowie das westliche Turkestan. Natürlich macht sich der Einfluß der Frühlingsregen der kontinentaleren Gebietsteile auch in den ozeanischen Randgebieten bemerkbar, wenn hier freilich auch der Winter selbst den Höhepunkt der jahreszeitlichen Regenkurve darstellt und nicht der Vorfrühling wie dort. Im allgemeinen zerfällt in den ozeanischen Randgebieten der asiatischen Mittelmeerküste die Regenzeit in drei Perioden, von denen die mittlere die meisten Regen bringt, während die Früh- und Spätregen gewissermaßen einen Übergang darstellen von der Trockenzeit zur Regenzeit und umgekehrt. Die Gründe hierfür haben wir bereits zum Teil kurz erwähnt.

Sehr bemerkenswert ist jedenfalls für die Frühlingsregen die Tatsache, daß die Bedingungen für ihr Zustandekommen bessere sind als für das der Frühregen des Herbstes. Denn in den Aufzeichnungen von Hebron sind nach J. v. Hann[4]) die Spätregen in 13 Jahren 9mal, in Jerusalem in 27 Jahren 18mal eingetreten, während die Frühregen zu Jerusalem in 22 Jahren in nicht weniger als 11 Fällen selbst im Oktober ausblieben. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir die Hauptursache dieser Erscheinung den gerade im südöstlichen Teile des Mittelmeeres weit in den Herbst hinein ausgedehnten sommerlichen Witterungsverhältnissen zuschreiben, denen dann der plötzliche Übergang zum Winter folgt. Einen Übergang vom subtropischen Klima Vorderasiens zum kontinentalen Klimatypus Indiens bildet das Klima von Beludschistan. Denn hier machen sich neben den typischen Winterregen, die gleichwie in Persien und Mesopotamien das Maximum bilden, auch verspätete Sommermonsunregen regelmäßig, wenn auch nur spärlich, bemerkbar: eine Erscheinung, die im südlichen Persien oder gar in Mesopotamien schon zu den großen

---

[1]) Vgl. hierüber: W. R. Eckardt, Über die Ursachen der jahreszeitlichen Regenfälle in den westlichen Mittelmeerländern. Tafel V, Fig. 20 in den Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 1916, Heft 4.

[2]) Das Niederschlagsregime der übrigen Gebiete der Balkanhalbinsel wird durch die Verteilung des Luftdrucks über dem europäischen Festland selbst so sehr beeinflußt, daß hinsichtlich der Regenverhältnisse und deren Ursachen die Halbinsel am besten im Zusammenhang mit Mittel- bzw. Osteuropa besprochen wird. Im übrigen vgl. die vortrefflichen Abhandlungen: Franz Trzebitzky, Studien über die Niederschlagsverhaltnisse der südosteuropäischen Halbinsel. Zur Kunde der Balkanhalbinsel, Reisen und Beobachtungen, herausgegeben von C. Patsch. Heft 14. Sarajevo 1911, sowie H. Krugler a. a. O.

[3]) Vgl. hierüber das Referat: „Wettertypen in Ägypten" in Met. Zeitschr. 1910, S. 42 bis 44.

[4]) Handbuch der Klimatologie. III. Bd., 3. Aufl., S. 94.

Ausnahmen zählt. So herrscht in ganz Vorderasien noch entschiedener der »Binnenlandtypus des Etesienklimas« vor als in den westlichen Mittelmeerländern oder gar in den übrigen in Frage kommenden Erdgebieten, wo er eine nur sehr untergeordnete Bedeutung hat, so vor allem in den beiden Amerika, da er hier anscheinend durch die begrenzenden meridional verlaufenden Hochgebirge unterdrückt wird[1]).

Den im vorstehenden kurz gekennzeichneten Regenregimen entsprechend, wären die Gesichtspunkte für die Aufstellung großer klimatischer Wetterbezirke in Vorderasien wohl heute schon im allgemeinen gegeben. Zweifellos wird die Wettervorhersage gerade auch für dieses Gebiet in Zukunft von hervorragender Bedeutung sein, und es wäre zu wünschen, daß ein gutes Beobachtungsnetz die Lücken der synoptischen Wetterkarten zwischen Indien und Europa bald ausfüllen möge.

Der Einfluß des Elbwassers auf den Salzgehalt bei Helgoland.

Von Professor Dr. **Ludwig Mecking** in Kiel.

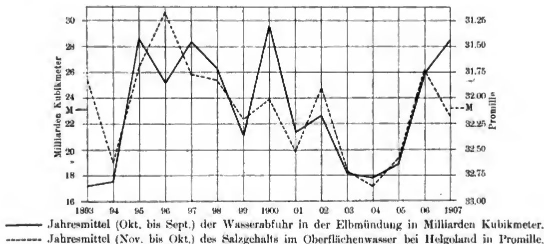
Die biologische Anstalt auf Helgoland hat dankenswerterweise seit ihrem Bestehen auch hydrographische Beobachtungen in den Helgoländer Gewässern fortlaufend angestellt. Diese sind von A. C. Reichard[2]) verarbeitet und veröffentlicht worden zu dem Zweck, dem Biologen einen Einblick in die physikalischen Vorgänge zu gewähren. Dabei ist u. a. der Salzgehalt des Oberflächenwassers bei Helgoland in Verbindung mit den von der Elbe in die Nordsee geführten Wassermengen untersucht, und zwar sind beide Elemente verglichen einerseits nach ihren Schwankungen von Jahr zu Jahr, anderseits in ihrem jährlichen Gang. Die negativen Resultate, zu denen Reichard in diesen zwei Punkten gelangt ist, erscheinen mir aber nicht zutreffend. Die Frage sei deshalb hiermit von neuem aufgeworfen, ob nicht die Abfuhr des Elbwassers in der Weise auf den Salzgehalt des Meerwassers bei Helgoland einwirke, daß einer großen Abfuhrmenge ein geringer Salzgehalt entspricht und umgekehrt.

Betrachten wir zuerst die Schwankungen beider Größen von Jahr zu Jahr! Reichards Erkenntnis darüber ist folgendermaßen zusammengefaßt: »Es erweisen sich also während des Jahres[3]) Wassermenge und Salzgehalt als unabhängig voneinander, es treten bei großer Wasserzufuhr im Jahre sowohl hohe als niedere jährliche Salzgehaltsmittel auf. Auch bei geringer Wassermenge kann der Salzgehalt sowohl über als unter dem 15jährigen Mittel liegen.« Damit wird also eine Einwirkung des Elbwassers glatt abgewiesen[4]). Daß sich ein Zusammenhang nicht herausfinden ließ, liegt indes nur an der Unzulänglichkeit der angewendeten Vergleichsmethode; es sind dort nämlich einfach die Jahresmittel des Salzgehalts und der Wassermenge für den Zeitraum 1893 bis 1907 in zwei Kurvenzügen untereinandergestellt. Läßt dieser rohe Vergleich einen Zusammenhang nicht hervortreten, so ist dies wohl noch möglich, wenn auf die Besonderheiten des Naturvorgangs der nötige Bedacht genommen wird. Zweierlei ist jenem einfachen Verfahren entgegenzuhalten. Erstens brauchen die einzelnen Zeitabschnitte und -einschnitte des einen Vergleichselements sich nicht zu decken mit denen des andern, und in unserem Falle können sie es gar nicht, es muß vielmehr zwischen den Phasen der Elbwasserführung und denen des Salzgehalts eine (mehr oder minder konstante) Zeitspanne liegen, die gegeben ist durch die Geschwindigkeit, mit der das Wasser sich aus der Elbmündung, etwa von Artlenburg[5]) bis nach Helgoland bewegt. Um diese Spanne

[1]) Vgl. hierüber: A. Hettner, Die Klimate der Erde. Geogr. Ztschr. 1911. S. 555/57.
[2]) Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, N. F., X. Bd., Abt. Helgoland, 1913, S. 1 bis 42.
[3]) Gemeint ist damit von Jahr zu Jahr.
[4]) Auch in dieser Zeitschrift (1911, S. 133) spricht sich Reichard in diesem völlig negativen Sinne aus.
[5]) Aus den Wasserstandsmessungen am Pegel zu Artlenburg sind die Wassermengen ermittelt.

müssen die zu vergleichenden Kurvenzüge gegeneinander verschoben werden. Zweitens braucht der Jahreszyklus der beiden Phänomene nicht mit dem des Kalenders zusammenzufallen. Will man z. B. eine südhemisphärische Monsunregenperiode nach ihrem Verhalten von Jahr zu Jahr verfolgen, so wird man nicht die ersten und die letzten Monate des nämlichen Kalenderjahres, sondern die letzten und die ersten Monate zweier aufeinanderfolgender Kalenderjahre zusammennehmen, um die einzelne Periode als natürliches Ganzes zu fassen. Nicht so kraß, doch im Grunde ähnlich ist unser Fall; auch hier wird der Natur des Vorgangs besser Rechnung getragen, wenn das Jahr im September geteilt, also von Oktober bis September gerechnet wird, weil die Jahreskurve der Elbwasserführung im September ihren Tiefstand, im April ihren Hochstand hat. Beiden Forderungen zusammen, der Phasenverschiebung und der natürlichen Abgrenzung der Periode, können wir in folgender Weise gerecht werden: wir bestimmen die von Oktober 1893 bis September 1894 in der Elbmündung austretende Wassermenge, bezeichnen sie nach dem Jahr 1894 und berechnen die nämliche Größe für alle folgenden Jahre[1]) bis 1907; anderseits bilden wir den Mittelwert des Salzgehalts im Oberflächenwasser bei Helgoland für den zwölfmonatigen Zeitraum November 1893 bis Oktober 1894, benannt nach dem Jahre 1894, und die entsprechenden Mittelwerte für alle folgenden Jahre. Die daraus sich ergebenden zwei Zahlenreihen in Kurvenzügen untereinandergestellt (Fig. 1) bekunden nun durchaus keine Unabhängigkeit zwischen Wassermenge und Salzgehalt, sondern eine unverkennbare Anlehnung, sowohl im großen Gesamtverlauf, indem z. B. im Zeitraum 1895 bis 1898 beide Kurven hoch, 1901 bis 1905 beide tief liegen, wie auch in den kleineren Schwankungen von einem Jahr zum nächsten. Letztere weisen nur drei Störungen auf, sie liegen in den Jahren 1893, 1896 und 1907, sonst entspricht durchweg einem Anstieg bzw. Abstieg der einen Kurve ein Steigen bzw. Fallen der anderen.

Fig. 1.



——— Jahresmittel (Okt. bis Sept.) der Wasserabfuhr in der Elbmündung in Milliarden Kubikmeter.
------- Jahresmittel (Nov. bis Okt.) des Salzgehalts im Oberflächenwasser bei Helgoland in Promille.

Die seitlich angebrachten Maßstäbe beider Kurven (Fig. 1) weisen je einen mit *M* markierten Strich auf, der das 15jährige Mittel angibt. Denkt man sich beide Mittellinien durch die Figur hindurchgezogen, so erkennt man, daß auch in fast allen Jahren Wassermenge und Salzgehalt dem absoluten Betrag nach gleichzeitig über bzw. unter diesen beiden Durchschnittslinien liegen. Eine Ausnahme bilden nur die Jahre 1893, 1902, 1907. Die Übereinstimmung macht demnach 80% der Fälle aus.

Während so die gesamte Wassermenge einer Jahresperiode sich von beträchtlichem Einfluß auf den entsprechenden Jahresdurchschnitt des Salzgehalts

[1]) Da die Beobachtungen im Januar 1893 beginnen, so ist das als 1893 zu bezeichnende Jahr natürlich unvollkommen. Als Ersatz sind für Oktober-Dezember diejenigen Wassermengen eingesetzt, die sich als Durchschnitt der 15 Jahre ergeben. Entsprechend ist mit dem Salzgehalt dieses Jahres verfahren.

erweist, wird der Zusammenhang um so loser, ein je kürzerer Abschnitt des Jahres in Betracht gezogen wird. Trotzdem läßt sich selbst an dem Intervall von zwei Monaten und zwar denen der größten Abflußmenge noch eine verhältnismäßig starke Einwirkung auf den Salzgehalt von Jahr zu Jahr verfolgen. Die beiden Monate sind März und April, sie besorgen allein schon etwa ein Drittel der ganzen Jahresabfuhr des Elbwassers. Ordnen wir nach deren Abfuhrsumme unsere 15 Jahre, mit dem größten Wert beginnend, und stellen daneben das Salzgehaltmittel von April—Mai bei Helgoland, so ergibt sich die folgende Tabelle.

Jahr	Abflußmenge des Elbwassers, Summe März—April in Milliarden Kubikmeter.		Salzgehalt bei Helgoland, Mittel April—Mai in Promille.	
1900	11.0	Mittel 9.8	31.50	Mittel 30.69
1895	9.2		31.04	
1897	9.2		29.52	
1898	8.5	Mittel 7.4	31.79	Mittel 31.06
1901	8.4		32.06	
1907	8.0		31.86	
1906	7.5		30.64	
1893	6.8		29.87	
1896	6.7		28.94 [1]	
1905	6.0		32.27	
1902	5.2	Mittel 4.3	32.02	Mittel 32.16
1904	5.2		32.66	
1894	4.3		32.58	
1903	4.0		31.59	
1899	3.0		31.96	

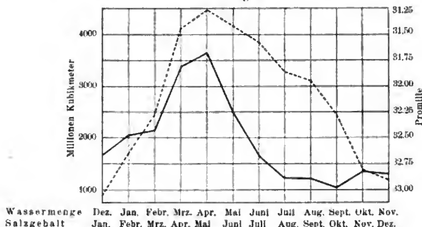
Danach entspricht einer Wasserabfuhr von 9 bis 11 Milliarden Kubikmeter ein Salzgehalt von 30.69 Promille, einer Abfuhrmenge von 6 bis 9 schon 31.06, und der Menge 3 bis 6 der Salzwert 32.16. Es ist nicht ausgeschlossen, daß das Ergebnis sich noch verbessern ließe, wenn man den Phasenverzug variierte, etwa an Stelle eines Monats 3 oder 5 oder 6 Wochen setzen könnte. Doch verlohnt es kaum, dem weiter nachzugehen. Jedenfalls führten uns die vorstehenden Untersuchungen an Stelle der Reichardschen Anschauung der Unabhängigkeit beider Elemente zur Erkenntnis eines sogar recht engen Zusammenhangs derselben.

Wir wenden uns zur zweiten Frage: Wie verhalten sich Wasserabfuhr und Salzgehalt in ihrem jährlichen Gang zueinander? Reichards Urteil lautet: »Eine stetige Beeinflussung des Salzgehaltes durch die Größe der Wassermenge läßt sich also auch hier nicht erkennen, es scheint aber doch klar zu sein, daß die großen Wassermassen, die die Elbe im Frühjahr der Nordsee zuführt, wenigstens im März und April, die Herabsetzung des Salzgehaltes in diesen Monaten bewirken; wahrscheinlich erstreckt sich die verdünnende Wirkung der Wassermengen des April bis in den Mai hinein. Warum von September bis Januar trotz steigender Wassermengen auch der Salzgehalt steigt, läßt sich nicht sagen.« Damit ist wenigstens die Annahme einer gewissen Abhängigkeit ausgesprochen, wenn auch so gewunden, wie es das Kurvenbild Reichards eben nicht anders zuließ. Die Beziehung läßt sich aber auch in diesem Punkt bestimmter und klarer herausholen durch die mehr angepaßte Vergleichsmethode, d. h. in diesem Fall durch Verschiebung beider Kurven um einen Monat gegeneinander. Da zeigt sich (Fig. 2) fürs erste, daß beide im großen und ganzen ähnlichen Verlauf haben, wenigstens in dem Sinn ihrer Veränderungen von Monat zu Monat, wenn auch nicht im Grade derselben. Ferner fällt der beste Parallelismus, auch dem Grade nach, auf dasjenige Intervall, das die absolut größte Veränderung der Wassermenge bringt; die stärkste Zunahme dieser Größe nämlich ist die vom Februar zum März, und sie hat die stärkste Abnahme des Salzgehalts im Gefolge, nämlich die vom März zum April. Die großen Wassermengen des März und April bewirken die starke Herabsetzung des Salzgehalts nicht »in diesen Monaten« (der Salzwert im März ist noch recht hoch),

[1]) Der Wert für April 1896 in Reichards Tabelle V beruht offenbar auf einem Druckfehler. statt 28.14 muß er heißen 29.14.

sondern im April und Mai, und die verdünnende Wirkung der Wassermenge des April erstreckt sich nicht nur »wahrscheinlich bis in den Mai hinein« (in diesen unter allen Umständen), sondern möglicherweise in die weiteren Monate, sofern man die Verzögerung im Abfall der Salzkurve überhaupt noch mit der Wassermenge in Verbindung bringen will. Hierin können aber andere Faktoren mitspielen. Diese Verzögerung in den Monaten Juni, Juli, August will uns als die auffälligste Störung im Parallelgang der Kurven erscheinen. Daß die Kurven

Fig. 2.



Jährlicher Gang der Wasserabfuhr (——) und des Salzgehalts (------).

hingegen am Ende des Jahres sogar gegeneinanderlaufen, daß also der Salzgehalt des Monats November nicht mehr der Wassermenge des Oktober sich anpaßt, das dürfte wieder leichter seine Erklärung finden; erstens nämlich sind die Wassermassen, um die es sich in dieser Jahreszeit handelt, schon um so viel kleiner, daß man nicht mehr die gleiche Einwirkung auf den Salzgehalt erwarten kann, und zweitens setzt jetzt die winterliche Abkühlung bereits ein, die das Oberflächenwasser durch Vertikalzirkulation mit dem salzreicheren Tiefenwasser mischt. Dieser Vorgang verrät sich deutlich bei einem Vergleich von Oberflächen- und Bodenwasser hinsichtlich ihrer Temperatur und Salinität. Aus den von Reichard gegebenen Monatsmitteln habe ich die zwei Differenzreihen der folgenden Tabelle gebildet.

Unterschied zwischen Oberflächen- u. Bodenwasser	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
in Temperatur	−0.3	−0.2	−0.1	+0.6	+1.9	+2.3	+2.4	+0.3	−0.1	−1.5	−1.0	−0.3
» Salzgehalt (‰)	−0.37	−0.40	−0.58	−1.78	−2.60	−0.92	−1.03	−0.65	−0.16	−0.38	−0.30	−0.27

Danach ist im Oktober und November die Abkühlung des Oberflächenwassers unter die Temperatur des Bodenwassers am stärksten. Zugleich nähert sich in diesen und den beiden angrenzenden Monaten die Wassersäule am meisten dem Zustand der Homohalinität. Und damit steht eben die Erscheinung unserer Jahreskurve (Fig. 2) in Einklang, daß das Oberflächenwasser von September über Oktober zum November seine stärkste Salzanreicherung erfährt, von 31.95 auf 32.80‰. Jene Verhältnisse der Vertikalzirkulation einerseits, anderseits der genau mit dieser Zeitspanne (unter Berücksichtigung der einmonatigen Verschiebung) zusammenfallende Minimalstand der Elbwassermenge (Fig. 2) mögen also zur Genüge erklären, weshalb gegen Ende des Jahres die Kurve des Salzgehaltes sich am meisten vom Gang der Elbwasserführung frei macht."

Schließlich ist nicht zu vergessen, daß auch andere Faktoren offenbar an der Gestaltung der Jahreskurve des Salzgehalts beteiligt sind. Reichard nennt

mit Recht die Verdunstung[1]). Nahe liegt ferner die Wasserführung der Weser, wenn auch deren Mengen sich mit denen der Elbe wohl nicht messen können. Auch mögen Strömungs- und Windverhältnisse eingreifen. In den Sommermonaten herrschen z. B. die Richtungen des Nordwestquadranten in den Winden auf Helgoland so stark vor wie zu keiner anderen Jahreszeit[2]). Es ist denkbar, daß dadurch eine gewisse Stauwirkung auf das die deutsche Bucht erfüllende Wasser ausgeübt und dieses in seinem Abströmen gegen die nordfriesischen Inseln hin gehemmt wird, und da dieses Wasser durch die den Sommermonaten eben voraufgehende Hochflut der Elbwasserabfuhr verdünnt ist, so könnte dieses Moment auch dazu beitragen, die oben berührte Verzögerung im Abfall der (umgekehrten) Salzgehaltkurve in den Monaten Juni—Juli zu erklären. Endlich wären von dem jahreszeitlichen Verhalten des Salzgehaltes in der freieren Nordsee weitere Aufschlüsse zu erwarten.

Das hier kurz beleuchtete Problem der verdünnenden Wirkung des Flußwassers ist von allgemeinerer Bedeutung, es liegt an vielen Küstenstrecken vor. Ältere Seefahrer haben bereits auf das Phänomen hingedeutet[3]), und jedem, der sich den Mündungen des Irawadi, des Ganges oder anderer tropischer Ströme nähert, tritt es schon in der Wasserfarbe besonders sinnfällig und eindrucksvoll entgegen. Dort habe ich es auch mit einigen Messungen verfolgt[4]). Vor wenigen Strömen aber sind die Bedingungen, den Vorgang etwas schärfer ins Auge zu fassen, so günstig wie in der deutschen Bucht.

Hydrographische Untersuchungen im Golf von Neapel im Sommer 1913.[5])

Im Sommer 1913 führte Dr. Fritz Wendicke im Auftrage der Zoologischen Station in Neapel ozeanographische Untersuchungen aus, die als Voruntersuchungen gedacht waren, da der Plan bestand, die Ozeanographie in das Arbeitsprogramm der Station aufzunehmen. Der besonders durch seine Veröffentlichung über »Hydrographische Untersuchungen auf den deutschen Feuerschiffen der Nordsee 1910/11« bekannt gewordene Verfasser ist zu Beginn des Krieges gefallen. Der Berliner Geograph A. Penck und der Direktor der Zoologischen Station in Neapel R. Dohrn widmen ihm am Schluß vorliegender Arbeit ehrende Nachrufe.

Einige Beobachtungen Ende Mai und besonders Serien an 17 Stationen des Golfes und im Bereiche der zwischen den Inseln Capri, Ischia, Procida und dem Festlande liegenden Meeresstraßen zu Beginn des Juni lieferten eine erste Übersicht über die vertikale Verteilung von Salzgehalt und Temperatur. Auf Fahrten am 11. Juni, sowie am 29. bis 31. Juli wurde auch der Sauerstoffgehalt noch in die Untersuchungen hineingezogen. Zwei 24stündige Reihen im August bei 50 und 150 m Tiefe gaben Grundlagen für die Kenntnis der Änderungen dieser drei Faktoren im Laufe eines Tages, und auf zwei Fahrten Neapel—Castellamare—Sorrent—Neapel und Neapel—Ischia gesammelte Wasserproben ergänzten das vorhandene Material für den Oberflächensalzgehalt. — Leider geboten die zur Verfügung stehenden Mittel auch in größerer Entfernung von der Küste 450 m Tiefe als untere Grenze der zu untersuchenden Wasserschicht festzusetzen.

Vergleicht man die von Wendicke mitgeteilten Werte mit den auf dem offenen Meere gewonnenen »Thor«-Beobachtungen, so erweist sich der Golf von

[1]) Eine Messung der Verdunstung wäre auf Helgoland, falls die Station nach dem Kriege wieder in Tätigkeit tritt, auch aus anderen Gründen besonders erwünscht.

[2]) Vgl. R. Assmann, Die Winde in Deutschland. Braunschweig 1910.

[3]) O. Krümmel stellt einige Beobachtungen von Seefahrern und Expeditionen des vorigen Jahrhunderts zusammen, kann aber noch kaum ein Scherflein darüber beibringen, nur eine Skizze des Salzgehalts vor der Kongomündung. Vgl. Handb. d. Ozeanogr., 1, S. 362—64.

[4]) Vgl. B. Schulz in dieser Zeitschr. 1914, S. 401.

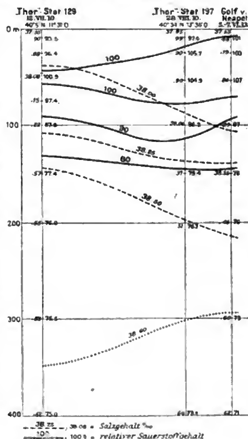
[5]) Fritz Wendicke, Hydrographische Untersuchungen des Golfes von Neapel im Sommer 1913. Mitteilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. 22. Band, Nr. 11. Berlin 1916. S. 329 bis 366 mit 15 Figuren im Text und einer Tafel (Tiefenkarte des Golfs von Neapel).

Neapel durchaus als Glied des Tyrrhenischen Meeres, indem dessen für die hier in Betracht kommenden Tiefen charakteristische Eigenschaften[1]) ebenfalls im Golf auftreten, nämlich:

1. Salzgehaltsminimum in etwa 50 m, salzhaltigere Schicht in 100 bis 600 m Tiefe.
2. Temperaturminimum in 100 bis 200 m, -maximum in 200 bis 300 m Tiefe.
3. An Sauerstoff übersättigte Schicht in 25 bis 50 m, darunter Abnahme bis etwa 70 % in 400 m Tiefe.

Allerdings ist der Grad der Ausbildung und die Tiefenlage dieser Erscheinungen im Golf durch dessen Randlage beeinflußt.

Zu dem in nebenstehender Figur dargestellten Schnitt durch das Tyrrhenische Meer ist außer den »Thor«-Stationen 129 und 197[2]) eine von Wendicke gegebene Reihe aus dem Golf von Neapel benutzt, die durch Mittelbildung der aus gleicher Tiefe gewonnenen Werte von 17 Stationen vom 5. bis 7. Juni 1913 gewonnen wurde und als den mittleren Zustand des Golfes zu dieser Zeit darstellend angesehen werden kann. — Die Wirkung des Zuflusses von Süßwasser zeigt sich im Diagramm deutlich. Die oberflächliche Aussüßung ist vor allem dem Volturno zuzuschreiben, in dessen Einflußbereich, in der Nähe von Procida, mit 37.10 ‰ der niedrigste Salzgehalt auftritt. Im Südosten des Golfes dagegen geht die 38.00 ‰-Isohaline noch weit in die Bucht hinein, da die in den Golf selbst mündenden Zuflüsse, der Sarno und Sebeto, besonders im Sommer ganz unbedeutend sind. Daher kann es auch bei den in etwas größerem Abstande von der Küste liegenden Gebieten wie auf dem offenen Meere durch die oberflächliche Verdunstung zur Ausbildung eines Salzgehaltsminimums in 25 bis 30 m Tiefe kommen, das sich, wie nachgewiesen wird, im Laufe des Sommers stärker herausbildet. Im Juni betrug die Differenz zwischen der Oberfläche und dem Minimum 0.09 ‰, Ende Juli 0.13 ‰ und war bis Ende August auf 0.16 ‰ gestiegen. Der geringere Salzgehalt im Golf ist bis etwa 150 m Tiefe bemerkenswert, in 50 m Tiefe ist die Differenz im Vergleich mit der »Thor«-Station 129 0.24 ‰, in 100 m 0.23 ‰, in 150 m 0.22 ‰, in 200 m Tiefe nur noch 0.09 ‰. Beim Vergleich mit Station 128 lauten die gleichen Werte 0.37, 0.34. 0.09, 0.05 ‰. 300 m unter der Oberfläche ist aber bereits die 38.60 ‰-Isohaline erreicht, in 400 m Tiefe herrscht mit 38.62 ‰ derselbe Salzgehalt wie in gleicher Tiefe des offenen Meeres, so daß der Golf offenbar noch von dem für das Mittelmeer charakteristischen Unterstrom berührt wird.



Querschnitt durch das Tyrrhenische Meer von WSW nach ONO. 1250 fache Übertiefung.

Ebenso zeigt die vertikale Temperaturverteilung die für das offene Meer angegebenen Eigentümlichkeiten, nur in anderer Tiefenlage. Die Anfang Juni an der Oberfläche fast 23° betragende Wassertemperatur nimmt mit der Tiefe, besonders bis 40 m schnell ab, dann langsamer bis zum Minimum von 13.80° in

[1]) G. Schott, Die Gewässer des Mittelmeeres. »Ann. d. Hydr. usw.« 1915, S. 1 ff.

[2]) Report on the Danish oceanographical expeditions 1908—1910 to the Mediterranean and adjacent seas. Dr. J. Schmidt. Vol. I. Introduction. Hydrography etc. Copenhagen 1912.

110 bis 120 m Tiefe, in 140 m aber ist bereits wieder das Maximum mit 14.00° erreicht, von dem aus mit wachsender Tiefe die Temperatur langsam abnimmt. Die Lage des Temperaturmaximums hängt nun z. T. vom salzhaltigen Unterstrom, z. T. aber davon ab, wie weit der Einfluß der winterlichen Konvektion in die Tiefe reicht, besonders im Golf, wo wegen des geringen Oberflächen-Salzgehalts die Bildung von Bodenwasser ausgeschlossen ist. Durch die winterliche vertikale Konvektion wird in dem diesen Beobachtungen voraufgegangenen Winter hauptsächlich bis zur Tiefe des Minimums Abkühlung eingetreten, die unter dem Maximum liegenden Schichten aber werden unberührt geblieben sein. Die nur gelegentlich in den Bereich der Konvektionsströme gezogene Zone, also etwa von 120 bis 140 m Tiefe, ist im Golf nicht sehr mächtig, da gerade die Schicht von 100 bis 150 m die stärkste Salzgehaltszunahme aufweist und wie eine Sperrschicht wirkt. Anders ist dies auf dem offenen Meere, wo bei höherem Oberflächen- und gleichem Tiefensalzgehalt viel kleinere Salzgehaltsgradienten auftreten, wie die folgende Tabelle zeigt:

Salzgehaltsabnahme mit der Tiefe in bezug auf die Lage des Temperaturminimums und -maximums.

	»Thor«-Stationen			Golf von Neapel Wendicke
	128 {41° 01′ N, 10° 53′ O}	*129* {40° 05′ N, 11° 31′ O}	*197* {40° 34′ N, 13° 36′ O}	
Salzgehaltszunahme von Oberfläche bis Temperaturminimum	0.23 ‰	0.27 ‰	0.42 ‰	0.64 ‰
Salzgehaltszunahme von Temperaturminimum bis -maximum	0.18 (*0.12* *)	0.33 (*0.33*)	0.14 (*0.28*)	0.13 (*0.52*)
Tiefenlage des Temperaturminimums	150 m	100 m	150 m	115 m
« « -maximums	300	200	200	140

* In Klammern auf 100 m umgerechneter Salzgehaltsgradient.

Bei Station 128 findet sich zwischen Temperaturminimum und -maximum ein Salzgehaltsgradient von 0.12, im Golf dagegen von 0.52 ‰! Eine ungewöhnlich starke Abkühlung wird draußen die von der Konvektion nur gelegentlich beeinflußte Wasserschicht mächtiger werden lassen als an der Küste. Ganz abgesehen von der Wirkung horizontaler Wasserversetzungen muß dort die Zone zwischen beiden Temperaturextremen mächtiger sein als im Golf.

Da die Temperatur- und Salzgehaltsbeobachtungen sich auf die Zeit von Anfang Juni bis Ende August verteilen, ließ sich die Änderung dieser Faktoren in diesem Zeitraum feststellen. Ende Mai herrschen noch winterliche Verhältnisse, die Temperaturabnahme mit der Tiefe ist sehr langsam im Vergleich zu der im Sommer. Zwei Wochen später hat sich schon eine Sprungschicht herausgebildet, bis 4 m ist geringe Änderung, von hier bis 10 m Tiefe aber nimmt die Temperatur um 4° ab. Die Zone schneller Temperaturabnahme rückt im Laufe des Sommers immer tiefer, Ende Juli liegt sie zwischen 12 und 20 m, Ende August bereits zwischen 18 und 25 m Tiefe. Als Ursache der Verlagerung der Sprungschicht werden neben kräftigen Stürmen vor allem vertikale Zirkulationsbewegungen angeführt, die durch den Seewind und die sich im Laufe des Sommers infolge der Temperaturzunahme herausbildende Wasserschichtung bedingt sind, in ähnlicher Weise wie sie Sandström bei dem geschichteten Wasser der norwegischen Fjords feststellte. Auffallenderweise hat im Gegensatz zur Erwärmung in den oberen Schichten bis 100 m in größeren Tiefen die Temperatur etwas abgenommen. Die Erklärung hierfür gibt Wendicke, indem er die Wirkung der Landnähe heranzieht. Infolge der stärkeren Erwärmung des Festlandes und die erwähnte Zirkulationsströmung bildet sich im Golf eine wärmere und auch wegen des geringeren Salzgehalts leichtere Oberschicht heraus. Die Bjerknesschen Kräfte erzeugen an der Oberfläche eine Wasserbewegung seewärts und darunter in Richtung auf das Land, wodurch in der Tiefe etwas kühleres Wasser vom offenen Meere herbeigeführt wird. Ein Vertikalschnitt senkrecht zur Küste

nach vier Serienbeobachtungen am 29./30. Juni zeigt die für obige Wasserbewegung erforderliche Lage der Isopyknen.

Die beiden 24stündigen Reihen gestatten einige interessante Schlüsse auf Änderungen innerhalb kurzer Zeiträume. Da mit dem Einsetzen des Seewindes eine Vermischung der oberen durch Sonnenstrahlung bereits erwärmten Schichten mit den kühleren tieferen sattfindet, hat die Wasseroberfläche bereits gegen 11ᵇ vorm. die Höchsttemperatur, in größerer Tiefe tritt diese erst später auf. Bei der Beobachtungsreihe am 20. August, wo im Laufe des Nachmittags der Seewind bis Stärke 4 auffrischte, trat sie in 2 m Tiefe um 5ᵇ nachm., in 5 m erst um 7ᵇ nachm. auf. Um die normalen Verhältnisse kennen zu lernen, bedarf es natürlich längerer Beobachtungsreihen. — Die tägliche Temperaturschwankung nahm von der Oberfläche bis 5 m Tiefe sehr schnell, dann langsam ab, in 20 m Tiefe war die Temperaturänderung im Laufe des Tages unmeßbar.

Die obere, 10 bis 15 m mächtige Wasserschicht des Golfes ist mit Sauerstoff nahezu gesättigt, die übersättigte Zone scheint mächtiger zu sein als auf offenem Meere (siehe Figur). Sie reicht bis etwa 50 m Tiefe, darunter nimmt der Sauerstoffgehalt, wie im Tyrrhenischen Meere, langsam ab bis zu Werten von etwas über 70% in 400 m Tiefe. Bemerkenswert ist, daß, wie aus der 24stündigen Reihe vom 29. VIII. hervorgeht, in der ganzen Wasserschicht von 0 bis 170 m Tiefe gleichzeitige und gleichsinnige Sauerstoffschwankungen auftreten; z. B. nahm der Gehalt von 2ᵇ bis 4ᵇ nachm. in allen Tiefen um etwa 3% ab und am folgenden Tage war der Sauerstoffgehalt von 0ᵇ bis 6ᵇ nachm. um etwa 4% höher als vorher und nachher. Jedoch hatte die Sauerstoffschwankung in 2 m Tiefe einen von dem in 5 m und größeren Tiefen abweichenden Gang. Nach Elimination der geschilderten, der ganzen Wasserschicht gemeinsamen Schwankungen aus den Sauerstoffwerten in 2 m Tiefe ergab sich ein interessanter täglicher Gang sowohl der absoluten wie der relativen Menge des vorhandenen Sauerstoffs. Danach steigt der Sauerstoffgehalt während der Tagesstunden, wo das vegetabilische Plankton sauerstofferzeugend tätig ist, bis Sonnenuntergang, mit Einbruch der Dunkelheit aber setzt Sauerstoffverbrauch ein, der den Gehalt zunächst sehr schnell, dann aber, sobald die infolge der nächtlichen Abkühlung einsetzende Konvektion mit Sauerstoff gesättigtes Wasser von der Oberfläche in die Tiefe bringt, langsamer herabsetzt.

Hoffentlich wird es später möglich sein, die Untersuchungen in dem größeren Umfange durchzuführen, wie es vor dem Ausbruch des Krieges geplant war. Dr. Bruno Schulz.

Die Meeresströmungen und die Navigierung im Golf von Mexico und den anliegenden Gewässern nach John C. Soley[1].

(Hierzu Tafel 20.)

1. Das Karaïbische Meer.

Unter den Wassermassen, die von Osten her in das Karaïbische Meer hineindrängen, sind zwei bedeutende Strömungen zu unterscheiden. Der Nord-Äquatorial-Strom dringt durch die Lucia-Straße ein und fließt südlich von Jamaica vorbei und nördlich der großen Tiefen im Karaïbischen Meer ungefähr geradeswegs nach der Westseite des Yucatan-Kanals. Seine Geschwindigkeit ist nicht sehr beträchtlich, im Durchschnitt etwa 0.5 Knoten, und im Sommer meistens größer als im Winter. Zuweilen wird er auch nördlich von Jamaica angetroffen, aber nur in der Nähe der Küste.

Der Süd-Äquatorial-Strom, der durch die Grenada-Straße eindringt, ist bedeutend stärker (2 bis $2\frac{1}{2}$ Sm in der Stunde) und fließt südlich der großen

[1] Auszug aus: The Currents and Navigational Details in the waters of the Gulf of Mexico, the Caribbean Sea and the West Coast of Central America by Lieutn. John C. Soley. U. S. Navy. erschienen auf: Pilot Chart of the Central American waters. Washington. März 1916.

Tiefen an der Küste entlang an der Rosalind- und Misteriosa-Bank vorbei ebenfalls nach der Westseite des Yucatan-Kanals. Auch dieser Strom ist im Sommer stärker als im Winter, und in den Spätsommer-Monaten, wenn der Passat am stärksten weht, steigt der Wasserstand auf den Honduras-Untiefen und im Golf von Honduras um ein Bedeutendes.

Von den beiden Gegenströmungen wird die eine, welche von Habana um Kap San Antonio herum und dann weiter nach Osten setzt, die Cuba-Gegenströmung genannt. Dieser Strom macht sich nur wenig bemerkbar auf dem Wege von Habana bis zum Kap, vereinigt sich jedoch hier mit einer anderen von der Westseite der Straße nach Osten abdrehenden Strömung und wächst dadurch südlich vom Kap zu großer Stärke an, so daß die Wassermassen zuweilen stark in die Corrientes-Bucht hineingedrängt werden. Man sollte in dieser Gegend vorsichtig sein, da viele Strandungen in der Corrientes-Bucht auf diese Ursache zurückzuführen sind. An der ganzen Südküste entlang von Corrientes bis nach den Pines-Inseln setzen diese vereinzelt auftretenden Strömungen über die Bänke weg stark nach Land zu und werden dadurch der Schiffahrt außerordentlich gefährlich, besonders in der Zeit der Herbststürme. Bei Kap San Antonio erstreckt sich der Strom manchmal bis zu 25 Sm weit seewärts und verändert seine Richtung zuweilen so schnell, daß Versetzungen von 40 Sm in einer Nacht nicht selten vorkommen. Der Gegenstrom wird an der ganzen Südküste von Cuba und Haiti gefunden und endigt schließlich östlich vom Ausgange der Mona-Durchfahrt. Südlich der Alta Vela-Insel nähert er sich stark der Nord-Äquatorial-Strömung, die hier bis $16^1/_2°$ N-Br. nach Norden reicht.

Der Gegenstrom von Norden, dessen Weg sich dicht an der amerikanischen und mexikanischen Küste entlang verfolgen läßt, durchläuft den Yucatan-Kanal unterhalb der wärmeren Wassermassen des Süd-Äquatorial-Stromes, setzt dann weiter nach Süden an der Küste von Britisch-Honduras entlang in den Golf von Honduras hinein und dann nach Osten an Spanisch-Honduras vorbei, aber immer nur in Küstennähe. An der Oberfläche tritt dieser Strom jedoch nicht eher in Erscheinung, als bis er die Chinchoro-Bank passiert hat, wo er sich dem Einfluß des wärmeren Süd-Äquatorial-Stromes entzieht und in die kältere Gegend der »Norder« hineinläuft. Um die Turneffe Islands, um Light House-Riff und Glover-Riff herum setzt er in fast immer südlicher Richtung in die innere Durchfahrt von Belize nach Barrios hinein. Bei Barrios dreht er nach Osten und fließt innerhalb der 183 m-Linie bis nach Patuca, wo er wieder dem Verlauf der Küste folgt bis Gracias. Von hier bis nach Gorda tritt er nur in großer Küstennähe innerhalb der 18 m-Linie auf, nimmt dann eine mehr südöstliche Richtung an bis nach Colon und setzt von dort weiter an der Küste des südamerikanischen Kontinents entlang nach Osten.

Dieser Strom ist bis zu einem gewissen Grade den Einflüssen der Gezeiten ausgesetzt, welche bei einem Hub von etwa 0.38 bis 0.48 m mit steigendem Wasser nach Westen und Norden und mit fallendem nach Süden und Osten setzen. Wegen der geringen Stärke der Gezeiten ist jedoch fast immer auf eine Versetzung nach Süden und Osten zu rechnen, die bei fallendem Wasser mehr, bei steigendem weniger in Erscheinung tritt.

Der Weg des größeren Teils der Wassermassen im Süd-Äquatorial-Strom läuft zwischen der Rosalind-Bank und den Bänken vor der Mosquito-Küste und Spanisch-Honduras hindurch; von hier aus weiter, nachdem die Misteriosa-Bank passiert ist, nach der Westseite des Yucatan-Kanals. Der Einfluß der Strömung erstreckt sich jedoch viel weiter nach Westen, besonders zur Zeit des kräftigen Nordostpassates. Auf den Bänken reicht der Strom nach Westen zu bis an die Vivorilla Keys heran und von dort weiter bis in die Gegend nördlich der Chinchoro-Bank, wo er jedoch zwischen Swan Island und den Riffen außerhalb von Belize nur schwach zu verspüren ist; nur beim Aussetzen der »Norder« reicht die warme Oberflächen-Strömung bis an die Inseln Bonacca und Roatan heran und nimmt erst hier wieder den Weg nach Norden auf.

Die Schiffahrt in dieser Gegend wird durch den unregelmäßigen Verlauf der Strömungen sehr erschwert, besonders auch durch den Einfluß der Gezeiten,

deren mittlerer Hub bei der Insel Bonacca 0,82 m und bei Roatan 0.67 m beträgt. Infolge dieser verschiedenen Wasserbewegungen haben sich ganz offenbar zwei Abzweigungen in Form von Neerströmungen gebildet, eine im Golf von Honduras und eine im Norden der Insel Utila mit Kreisbewegungen, die im entgegengesetzten Sinne der Bewegung des Uhrzeigers verlaufen.

Im Hochsommer entwickelt der Süd-Äquatorial-Strom seine größte Stärke und Ausdehnung, im Spätsommer tritt der Passat am kräftigsten auf, und der Herbst begünstigt das Auftreten der Orkane. Jeder dieser angegebenen Umstände kann eine Ablenkung der Oberflächenbewegung zwischen der Rosalind-Bank und der Cozumel-Insel verursachen; meistens setzt der Strom infolge der Ablenkung von den Inseln Bonacca und Roatan aus in gerader Richtung bis nach den Keys außerhalb Belize, wo er sich mit bedeutend vergrößerter Geschwindigkeit an der Küste entlang nach Norden fortsetzt und zwischen der Cozumel-Insel und dem Kontinent zuweilen die Stärke von vier Knoten erreicht.

Im Sommer verlaufen die Strömungen im Golf von Honduras weit unregelmäßiger als im Winter. In der Nähe der Inseln Bonacca und Roatan setzen während der Sommermonate die Süd-Äquatorial-Strömung und die Gegenströmung in beinahe entgegengesetzter Richtung, was genügen würde, um einen Wirbel im Golf von Honduras zu erzeugen. Aber die Stromverhältnisse werden noch verwickelter durch Gezeiten-Einflüsse. Bei der Insel Roatan wird die sommerliche Hubhöhe von 1.0 m beobachtet, größer als irgendwo sonst in diesen Gewässern. Die Flut setzt nach Norden und Westen, die Ebbe nach Süden und Osten. Innerhalb der 183 m-Linie setzt der Strom mit der Ebbe, aber bei den Inseln Roatan und Bonacca setzt er mit der Flut und gegen die Ebbe. Wahrscheinlich ist auf diese Ursachen der Umstand zurückzuführen, daß von Barrios ausgehende Schiffe, die ostwärts bestimmt waren, auf dem Wege nördlich der Insel Utilla entlang stark versetzt wurden, besonders in Zeiten schlechten Wetters. Meistens sind die Strömungen im Karaïbischen Meer am stärksten, wenn die See am wenigsten bewegt ist.

In den Wintermonaten verläuft der Süd-Äquatorial-Strom in weit engeren Grenzen und setzt von Pt. de Gallinas in einer nach Westen zu leicht ausgebogenen Kurve recht auf Kap Catoche zu, während der kalte Gegenstrom verstärkt durch die »Norder« der Küste entlang nach Süden fließt, an Chinchorro-Bank, Light House-Riff, an den Inseln Roatan und Bonacca vorbei und weiter nach Kap Gracias.

Auf dem nördlichen Teil der Mosquito-Bank in 81° 40′ W-Lg. findet sich ein auffallend tiefer Meereseinschnitt von über 200 m Tiefe und in einer Breite von etwa 5 Sm. Die Länge dieser tiefen Zunge, die in einer fast genauen Nord—Süd-Richtung in die Bank hineinschneidet, beträgt etwa 60 Sm. Südlich dieser Zunge greift ein anderer, schmaler und tiefer Meereseinschnitt von Süden her in die Bank ein und nähert sich dem ersteren bis auf etwa 10 Sm. Diese beiden tief einschneidenden Zungen eignen sich vorzüglich, um beim Segeln auf der Bank mit Hilfe des Lotes mit großer Sicherheit seinen Schiffsort bestimmen zu können, besonders für nach Süden segelnde Schiffe. Um die am weitesten hinausreichende Untiefe, die Farrall Rocks auf der Gorda-Bank, gut frei zu segeln, steuern nach Colon bestimmte Schiffe bei unsichtigem Wetter einen östlichen Kurs, bis die nach Süden reichende, tiefe Zunge angelotet ist. Ein südlicher Kurs und das Lot führen dann das Schiff in der tiefen Rinne entlang bis ungefähr an den südlichen tiefen Einschnitt heran und von dort weiter in tiefes Wasser.

2. Der Golf von Mexiko.

In den Wintermonaten wird der durch den Yucatan-Kanal setzende Strom durch die »Norder« auf die Campeche-Bank gedrängt, von wo er mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von einem Knoten nach Westen bis an die mexikanische Küste heransetzt. Von dort fließt er weiter nahe der Küste nach Norden bis nach der Matagorda-Insel und dann in südöstlicher Richtung nach der Tortugas-Bank. Hier wird er besonders kräftig in den Monaten Februar, März und April.

In den übrigen Monaten folgt die Strömung ziemlich regelmäßig der Richtung der 183 m-Linie am Rande des Schelfs.

Da eine Strömung nicht große Tiefen zu kreuzen pflegt, teilt sich im Norden der Campeche-Bank von dem durch den Yucatan-Kanal kommenden Hauptstrom ein nordwestlicher Zweig ab, der seine Richtung auf das Mississippi-Delta zu nimmt und eine ziemlich große Geschwindigkeit hat. Er ist scharf begrenzt, und ein wenig weiter nach Westen ist überhaupt kein Strom zu verspüren. In den Monaten Februar, März und April wendet er sich in scharfer Drehung von der Campeche-Bank ab hinüber nach der Tortugas-Bank.

Die Gegenströmung im Golf setzt um die Tortugas-Bank herum an der Westküste von Florida entlang nach Norden. Stürmische NO-Winde treiben das Wasser von der Küste weg, so daß man bei solchen Gelegenheiten mit geringeren Tiefen rechnen muß als bei gewöhnlichem Niedrigwasser, besonders in der Bucht südlich der Cedar Keys. Von hier ab folgt der Strom weiter der Küste und fließt nahe an der Mississippi-Mündung vorüber. In den Wintermonaten ist er durch seine trübe Färbung zuweilen bis zu 50 Sm von der Küste ab zu erkennen. An der mexikanischen Küste setzt er ziemlich kräftig innerhalb der 183 m-Linie nach Süden bis Port Mexico, wo seine Oberflächen-Geschwindigkeit wieder abnimmt infolge seiner Ausbreitung über den Golf von Campeche. An der Yucatan-Küste ist dieser Strom kaum zu verspüren.

3. Florida-Straße.

Der Golfstrom erstreckt sich zwar über die ganze Breite der Florida-Straße von Land zu Land, aber die größte Stärke entwickelt er erst in einiger Entfernung von der Küste und zwar in folgenden Abständen etwa: 13 Sm von Sand Key (1,5 Knoten), 14 Sm von Alligator-Riff (2 Knoten), 11 Sm von Fowey Rocks (3 Knoten) und 16 Sm von Jupiter Inlet (3,5 Knoten).

Es gibt hier auch mehrere Gegenströmungen, die jedoch von den nach Süden bestimmten Schiffen nur mit Vorsicht ausgenutzt werden dürfen. Der Florida-Gegenstrom setzt dicht unter Land von Canaveral nach Fowey Rocks, wo er in den Hawk-Kanal einläuft. Außerhalb der Riffe macht er sich bis nach Sombrero Key nur wenig bemerkbar, doch setzt er von hier ab bis nach Loggerhead Key wieder mit großer Stärke. Ungefähr alle Durchlässe zwischen den einzelnen Florida Keys, durch welche ehemals die Gezeiten ein- und aussetzten, sind jetzt beim Bau der Küsten-Eisenbahn ganz oder teilweise ausgefüllt worden; nur die 2 Sm lange Strecke westlich von Long Key bis nach Conch Key ist mittels einer Brücke von 180 Bögen verbunden worden. Durch die Bögen dieser Brücke strömen jetzt die Gezeiten mit außerordentlicher Geschwindigkeit, besonders bei südlichem Winde setzt die Tide querab von Tennessee-Riff mit großer Kraft einwärts.

Eine andere Gegenströmung folgt dem Rande der Bahama-Bank an Great Isaac und Gun Cay vorbei und verbindet sich mit einem durch den Nicolas-Kanal nach Westen setzenden Strom. Weiter westlich, beim Zusammentreffen mit den warmen Wassermassen des Golfstromes, sinkt das kältere Wasser dieser vereinigten Strömung in tiefere Schichten herab und erscheint erst wieder an der Oberfläche westlich von Habana, wo es seinen Lauf nach Westen und um Kap San Antonio herum fortsetzt. Östlich von Habana bis nach Piedras Cay dreht der Strom zuweilen ab bis auf 2 bis 3 Sm an die Küste heran. Beim Ansegeln von Land sollte man diesen Umstand beachten, um nicht an die Jaruco-Bank herangedrängt zu werden.

Der Golfstrom wird zwischen Fowey Rocks und Great Isaac manchmal durch heftige Gegenwinde an der Oberfläche aufgehalten oder in seiner Richtung abgelenkt. Besonders sind es kräftige NO-Winde, welche ein Aufstauen des Wassers an der Nord- und Westküste des Golfs bewirken. Mit dem Nachlassen dieser Gegenwirkungen setzt auch der Strom in seiner alten Richtung mit vermehrter Geschwindigkeit weiter.

4. Die Bahama-Bänke.

Im Providence-Kanal setzt der Strom im allgemeinen mit 0,5 Knoten Geschwindigkeit nach Westen, wird aber an der Oberfläche durch einsetzende Winde in kurzer Zeit beeinflußt. Bei nordöstlichen Winden hört er ganz auf und bei Winden aus nordwestlicher Richtung setzt er mit 1.5 Knoten Geschwindigkeit nach SO. Schiffe auf den Bahama-Bänken sollten stets beachten, daß die Flut auf die Bank heraufsetzt, und daß dieser heransetzende Flutstrom noch in einiger Entfernung außerhalb der 183 m-Linie wirksam ist. Auf der Ostseite der Bänke fließt der Antillen-Strom mit ziemlich großer Kraft nach Norden und Westen nahe an den Bänken vorbei, in den Wintermonaten stärker als im Sommer. Bei südöstlichen Winden setzt er in den Kanal hinein. In der Nähe von Abaco sind die Tiefen sehr ungleichmäßig und schwanken in kurzen Abständen zwischen 4000 und 400 m. Beim Ansegeln von Land ist große Vorsicht geboten, da das tiefe Wasser bis nahe an die Küste heranreicht. Jentzsch.

Kleinere Mitteilungen.

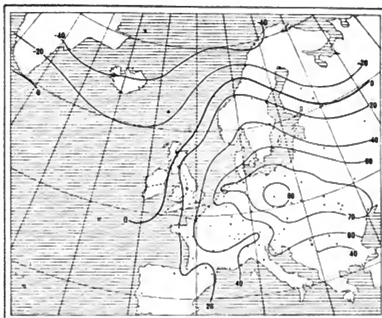
1. **Beziehungen zwischen der Stärke des Nordost-Passats im Sommer und der Wintertemperatur von Europa.** Ein schwieriges, aber fesselndes Problem ist der ursächliche Zusammenhang zwischen den meteorologischen Erscheinungen auf dem Meer und dem Festland. Vor 70 Jahren schon hat Sabine sich diesem Studium zugewandt, später kamen die Arbeiten von O. Pettersson und W. Meinardus, die uns zuerst bestimmte Beziehungen zwischen der Oberflächentemperatur des Golfstromes und der Wintertemperatur in Europa zeigten und durch Arbeiten von J. v. Hann und anderen fortgeführt wurden. Schon Meinardus wies darauf hin, daß zur Erklärung der Erscheinungen eine Ausdehnung über die engeren Grenzen des Untersuchungsgebiets notwendig sei, und daß es vor allem dazu eines tieferen Einblicks in die ozeanischen und meteorologischen Verhältnisse der Tropen bedürfe (Ann. d. Hydr. usw. 1904, S. 362). Diese Ausdehnung über die Grenzen des Untersuchungsgebiets erfolgte durch die Arbeiten von Campbell Hepworth, der die Beziehungen zwischen den Passat-Winden des Atlantischen Ozeans und den Wassertemperaturen im Nordatlantischen Ozean sowie der Lufttemperatur in England untersuchte. An der Hand eines außerordentlich umfangreichen Beobachtungsmaterials hat neuerdings P. H. Gallé eine Untersuchung über die Beziehungen, welche zwischen den Schwankungen in der Stärke des Passats im Nordatlantischen Ozean im Sommer und den Abweichungen der Temperatur des darauf folgenden Winters in Europa bestehen, veröffentlicht, die die Beziehungen zwischen den untersuchten Größen mit Hilfe des Korrelationsfaktors exakt ausdrückt[1]). Vorher ging eine allgemeinere Untersuchung von Gallé, die bestimmte Beziehungen zwischen den Schwankungen in der Stärke der Passate und der Höhe der Wasserstände in den nordeuropäischen Meeren nachweisen konnte[2]).

Da die Einwirkung der Schwankungen der Passatstärke sich nach einem Zeitraum von zwei bis drei Monaten auf die Wasserstände der nordeuropäischen Meere bemerkbar macht, so schließt Gallé, daß für einen Einfluß des Passats auf die Wintertemperatur Europas (Dezember bis Februar) Passat-Wirkungen der zurückliegenden Monate bis spätestens Oktober in Betracht kommen. Es blieb aber festzustellen, wie viele Monate des Passats in Rechnung zu ziehen seien, um die größte Korrelation zwischen Schwankungen der Passatstärke und der Wintertemperatur von Europa zu erhalten. Hierzu wurde folgendes Beobachtungsmaterial der Jahre 1899/1900 bis 1913/14 benutzt. Es wurden 1. die Beobachtungen von fünf holländischen Stationen, Vlissingen, Maastricht, de Bilt, Helder und Groningen, 2. die Beobachtungen der drei deutschen Stationen Görlitz,

[1]) Akad. van Weetenschapen te Amsterdam. Proc. of the section of sciences Bd. 18, 1916 S. 1435.
[2]) Ebenda, Bd. 17, 1915 S. 1147.

Ratibor und Posen, 3. die Beobachtungen von Angmagsalik (Grönland), Akureyri und Stykkisholm (Island) zu Gruppen zusammengefaßt. Für diese drei Gruppen berechnet Gallé den Korrelationsfaktor mit der Stärke des Passats in dem Feld 15° bis 25° N-Br., 25° bis 45° W-Lg., indem er für den Passat die verschiedensten Monatskombinationen bildet. Die größte positive Korrelation wurde für Ost-Deutschland, die größte negative für Nord-Island und Ost-Grönland gefunden. Für ganz Europa (Deutschland und Island) ist die Korrelation zwischen der Wintertemperatur und dem Passat am größten, (0.6673), wenn man für den Passat die Monate Mai bis Oktober zusammenfaßt; für Deutschland allein beträgt die Korrelation mit der Passatstärke für Mai bis Oktober 0.7708 (f [der Fehler] = 0.0707), für Juni bis November 0.8127 (f = 0.0591). Da die Beobachtungen der Schiffe über die Stärke des Passats bis Oktober schon im November zur Verfügung stehen können, so ist eine Prognose über den Charakter des kommenden Winters hierdurch ermöglicht.

Gallé hat die Korrelationsfaktoren für drei verschiedene Passatkombinationen mit den Wintertemperaturen für 135 Orte von Europa—Grönland berechnet und zwei Kärtchen gezeichnet, die die Linien gleicher Korrelation darstellen. Das Kärtchen, das die Linien gleicher Korrelation für die Passatstärke im Zeitraum Juni bis November mit der Wintertemperatur in Europa—Grönland enthält, ist in nebenstehender Figur wiedergegeben, die Beobachtungsperiode ist 1899/1900 bis 1914/15. Es ergibt sich, daß positive Abweichungen der Passatstärke mit positiven Abweichungen der Wintertemperatur des größten Teiles von Europa und gleichzeitig mit negativen Abweichungen in Grönland, Island, Nord-Britannien, Nord-Skandinavien und Nord-Rußland zusammenfallen. Das Gebiet größter positiver Korrelation liegt in Ost-Deutschland, das Gebiet größter negativer Korrelation in Ost-Grönland und Nord-Island.



Linien gleicher Korrelation zwischen NO-Passat (Juni bis November) und Wintertemperatur in Europa-Grönland (Dezember bis Februar).

In der Abhandlung werden sodann graphische Darstellungen der mittleren Luftdruckverteilung mit gleichzeitiger Eintragung der Temperaturabweichungen für Dezember bis Februar der warmen Winter 1902 und 1910 und der kalten Winter 1901 und 1909 gegeben. Diese zeigen folgende Unterschiede: 1. Etwas niedrigeren Luftdruck über Europa in warmen Wintern als in kalten, 2. das Zentrum der atlantischen Depressionsfurche liegt in warmen Wintern östlich von Island, in kalten Wintern westlich von Island, 3. die Form der Isobaren ist in den beiden Wintern verschieden, 4. nördlich der Depressionsfurche erscheint in warmen Wintern ein Gebiet hohen Druckes, das in kalten Wintern fehlt.

Die Sicherheit einer Prognose über den Charakter des kommenden Winters wird am größten für Ost-Deutschland sein, wie aus dem beigegebenen Kärtchen der Linien gleicher Korrelation hervorgeht (siehe Figur). Gallé gibt für die Abweichungen der Wintertemperatur dieses Gebiets (Berlin, Görlitz, Posen und Ratibor) vom Mittelwert der 16 Jahre 1899/1900 bis 1914/15 und für die Ab-

weichungen der vorhergehenden Passatstärken in den Monaten Juni bis November nachfolgende Tabelle, in der die Temperaturabweichungen in $^{1}/_{100}{}^{\circ}$ C., die Passatabweichungen in $^{1}/_{100}$ Beaufort-Einheit gegeben sind.

Abweichungen	1900	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	1915
Temperatur .	−103	−217	+123	−30	−33	+30	+93	−200	+7	−240	+193	+100	−27	+87	+53	+167
Passat . . .	−43	−69	+43	−50	+10	+10	+24	−23	+10	−102	+19	+23	+20	+18	+56	+56

Hieraus berechnet sich der Korrelationsfaktor r = + 0,8476 und der Fehler f = ± 0.0475. In 14 von 16 Fällen stimmen die Vorzeichen der verglichenen Abweichungen überein, so daß eine erfolgreiche Prognose über den Charakter des kommenden Winters in 7 von 8 Jahren möglich gewesen wäre. — Im Sommer 1915 betrug die Abweichung des Passats + 0,37 Beaufort, so daß für Mitteleuropa ein milder Winter vorausgesagt wurde, was auch eingetroffen ist.

Wenngleich die den Untersuchungen zugrunde gelegte Periode nur 16 Jahre beträgt, so kann doch erwartet werden, daß auch längere Reihen die Korrelation bestätigen werden, da bei anderen Untersuchungen, die zuerst Korrelation, später aber bei Benutzung anderer Beobachtungsreihen keine Korrelation aufwiesen, nicht der enge physikalische Zusammenhang erwartet werden konnte wie zwischen dem Golfstrom und dem Klima Europas. Ein Versuch Gallés, die Beobachtungen der Jahre 1884 bis 1899 in bezug auf ihre Korrelation zu prüfen, scheiterte daran, daß die Windbeobachtungen von Segelschiffen stammten, die bei schwachen Winden länger in dem fraglichen Gebiet blieben als bei kräftigen Winden, so daß die Zahl der Beobachtungen mit geringer Stärke überwog — auch mußte hierbei noch die Richtung des Passats in Betracht gezogen werden. Eine Korrektionsrechnung, um die Beobachtungen von Segelschiffen denen der Dampfer, die stets etwa die gleiche Zeit zum Durchfahren des Gebiets gebrauchen, gleichwertig zu machen, konnte nicht ausgeführt werden.

Die Untersuchungen Gallés sind sehr beachtenswert, die von ihm verwandte Methode könnte auch bei andern Untersuchungen vorteilhaft benutzt werden. W. Brennecke.

2. **Plan zu einer Erforschung des Stillen Ozeans.** (Nach W. M. Davis, G. W. Littlehales und Ch. F. Marvin.) Während der Krieg rauh die Arbeiten der internationalen Erforschung der nordeuropäischen Meere gestört hat und die für Anfang 1915 erstmalig in Aussicht genommene internationale Zusammenarbeit im Nordatlantischen Ozean überhaupt nicht zustande gekommen ist, tritt jetzt in Amerika der bekannte Geograph W. M. Davis mit dem Vorschlag einer großartigen wissenschaftlichen Erforschung des Stillen Ozeans an die Öffentlichkeit. Er setzt seine Gedanken hierüber in einem Vortrage vor der Akademie der Wissenschaften auseinander und hat gleichzeitig eine Reihe von Fachwissenschaftlern veranlaßt, sich dazu zu äußern. Die Vorträge sind im Juli-Heft 1916 der Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. America veröffentlicht — einiges sei im Auszuge hier wiedergegeben.

Angeregt zu seinem Vorschlag wurde Davis durch eine vor zwei Jahren unternommene Reise durch den Stillen Ozean, die dem Problem der Korallen-Riffe galt. Hier wurde es ihm offenbar, welch reiches Arbeitsfeld noch unbeackert lag, wie mangelhaft viele früheren Beobachtungen waren und vor allem, wie sehr es an systematischen Beobachtungen durch geschulte Kräfte fehlte. — Die kühnen Entdeckungsreisen genügten im 18. Jahrhundert, als die Methode der Forschung noch diskontinuierlich und lokal genannt werden kann. Mehr wissenschaftliche Reisen im 19. Jahrhundert nahmen viele Probleme durch eine Methode in Angriff, die kontinuierlich und linear genannt werden kann. Jetzt sind aber die Forderungen der Wissenschaft so anspruchsvoll geworden, daß nur eine flächenhafte Aufnahme des Stillen Ozeans sie befriedigen kann, d. h. eine Aufnahme, in der die aufeinanderfolgenden Routen linearer Beobachtung auf dem Ozean so eng verflochten sind, daß, ähnlich wie bei der magnetischen Aufnahme des Stillen Ozeans durch die Carnegie Institution von Washington, die Ergebnisse für die zwischenliegenden Flächen Gültigkeit haben.

Die Erforschung des Stillen Ozeans müßte aber kontinuierlich nicht nur im flächenhaften Sinne, sondern auch im zeitlichen Sinne sein. Viele Probleme gebrauchen eine Reise allein, um zu lernen, selbst bei sorgfältigster Vorbereitung. Die Forschungen müßten daher durch eine Reihe von Jahren unter einer Leitung durchgeführt werden, so daß der Stab in den ersten Reisen die Erfahrenheit gewinnt, die für die Lösung der schwierigen Aufgaben auf den späteren Reisen notwendig ist. Mannigfach müßten die Beobachter zu kritischen Punkten zurückkehren können, wo die ersten Beobachtungen über Luft, Wasser, Land oder Leben erst einen Einblick in die Schwierigkeiten der Forschung geben, denn die Erforschung des Stillen Ozeans sollte nicht nur kontinuierlich im flächenhaften und zeitlichen Sinne, sondern umfassend in jedem Sinn sein. Sie sollte von den Tiefen des Meeres bis zu den Höhen der Atmosphäre, von den kalten Gewässern des Nordens bis zu den kalten Gewässern des Südens reichen, von den zertrümmerten Küsten Mittelamerikas bis zu den wiederholt unterbrochenen Küsten des halbüberfluteten Australasiens; sie sollte alle Inseln im offenen Ozean und alle Lebensformen von der Bakterie bis zum Menschen einschließen. — Es ist dies ein kolossales Programm, welches Davis entwickelt, wenn man es sich systematisch durchgeführt denkt.

Davis fährt sodann fort, daß die Erforschung des Stillen Ozeans ja kein neues Thema sei. Er führt einige frühere Forschungen an, die Reisen von Magelhaes, Cook, Wilkes, die »Challenger«-Expedition, deren Ergebnisse durch die Fehler der Instrumente beeinträchtigt sind, die Forschungen des Godeffroy-Museums, diejenigen der Holländer auf den ostindischen Inseln sowie einige neuere amerikanische Spezialforschungen. Aber der Stille Ozean ist weit ausgedehnt. Dieskontinuierliche, lokale oder lineare, individuelle Arbeit, ökonomisch durchgeführt, kann nicht die ungeheure Ausdehnung und die unbegrenzte Veränderlichkeit jener großen Wasserhalbkugel umfassen. Durchgreifende, pazifische Forschung erfordert freigebige Unterstützung.

Auch über die Finanzierung äußert sich Davis. Es ist ihm entgegengehalten worden, daß diese unruhigen Zeiten nicht geeignet seien, um ein solches Unternehmen vom Stapel laufen zu lassen, aber er meint, darum handele es sich jetzt auch nicht, sondern es gelte jetzt nur erst den Kiel zu legen. Die unruhigen Zeiten würden in einigen Jahren vorbei sein, während dieser Jahre sollten die Pläne für die Forschungen sorgfältig erwogen werden. Davis' Anregungen sollen nicht unmittelbar in die Tat umgesetzt werden, auch denkt er nicht selbst an dem Forschungsunternehmen teilzunehmen, sondern meint, daß jüngere Kräfte, mittleren Alters, es zur Ausführung bringen müssen. Wenn der Plan durch irgend einen Krösus aufgegriffen wird, so soll er ihm gehören, aber Davis glaubt, daß, falls der Plan zur Ausführung gelangt, es durch Amerikaner geschieht. Wenn der Krieg zu Ende sein wird, wird Europas Freigebigkeit durch heimische Pflichten gebunden sein, während es nicht ausgeschlossen erscheint, daß der Plan einen Patron in Amerika finde. Sowohl in nationalen wie in wissenschaftlichen Dingen gelte vorbereitet zu sein alles, und der erste Schritt zur Bereitschaft sei die sorgfältige Betrachtung eines umfassenden Planes.

Während zurzeit nur einige der Probleme, die im größten der Ozeane vorliegen, berührt werden können, will Davis später den Gegenstand noch einmal vor der Akademie zur Sprache bringen in der Hoffnung, daß die Vorbereitung eines gut entwickelten Untersuchungsprogramms das Vorspiel zu einem großartigen Unternehmen mit einer herrlichen Vollendung sein möchte. —

Von den anschließenden Vorträgen, die die mannigfaltigsten Probleme behandeln, geben wir hier gekürzt den Inhalt des ozeanographischen und meteorologischen Vortrags wieder. G. W. Littlehales vom U. S. Hydrographic Office sprach über den Umfang unserer Kenntnis der Ozeanographie des Stillen Ozeans. Littlehales betont zunächst die Größe des Ozeans, dessen kubischer Inhalt siebenmal so groß sein soll als die über dem Meeresniveau befindliche Landmasse, $^9/_{10}$ seiner Ausdehnung habe eine Tiefe, die größer als 1 Sm ist, und $^3/_4$ der Bodenfläche liegen in Tiefen von mehr als 2 Sm. Die im

Stillen Ozean gewonnenen ozeanographischen Beobachtungen betreffen hauptsächlich die Oberfläche und den Boden; auch diese Beobachtungen sind unzureichend, und die Zwischentiefen sind noch viel weniger untersucht worden. Das Beobachtungsmaterial, das auf Reisen und auf den Lotungsexpeditionen, die im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts im Stillen Ozean begannen, gewonnen wurde, hat uns über die allgemeine Verteilung des Luftdrucks, der Winde über diesen großen Flächen und auch über das Gesamtbild der Oberflächenzirkulation, der Temperatur und des Salzgehalts unterrichtet, aber die Einzelheiten hiervon sind kaum berührt. Bis die Gezeiten im offenen Ozean, fern von Land, gemessen worden sind, ist eine klare Lösung des Gezeitenproblems nicht zu erwarten, da Gezeitenmessungen an den Küsten und auf den Inseln des Stillen Ozeans nicht genügen.

Was die Tiefenlotungen anlangt, so zeigen die Manuskriptkarten des Hydrographic Office, welche alle zuverlässigen Tiefsee-Lotungen enthalten, daß ihre Zahl noch gänzlich unzureichend ist. Die Umrisse des Schelfs sind vielfach noch unvollkommen bekannt, Flächen im Stillen Ozean von der Ausdehnung Australiens weisen keine einzige Tiefenlotung auf. Keine glaubwürdigen Isobathen jenseits des Schelfs können infolge unvollständiger Kenntnis gezogen werden, und man muß sich wundern über diejenigen, die die Darstellungen der Tiefenkarten, in welche mutig Isobathen eingezeichnet sind, angenommen haben. Die Lotungen sind so spärlich, daß man über die Orographie selbst größerer Räume nichts weiß, und daher ist uns die Form beinahe der halben Erde nur wenig bekannt. (Littlehales geht hier nach Ansicht des Referenten in seiner Kritik unserer Kenntnisse über die Bodenformen des Stillen Ozeans wohl etwas zu weit, um die Notwendigkeit weiterer Forschungen zu betonen.)

Bei Erörterung der Bodenablagerungen weist Littlehales darauf hin, daß es notwendig sei, Methoden zu schaffen, um mehrere Fuß lange Bodenproben zu gewinnen; nur so könne man die Schichtung am Meeresboden kennen lernen, um daraus Schlüsse auf Bewegungen der Erdkruste ziehen zu können.

Die Reihenbeobachtungen über die vertikale Verteilung der Temperatur und des Salzgehalts zeigen, daß der Stille Ozean in großen Zügen den anderen Ozeanen ähnelt. Die Einzelheiten sind aber nicht genügend erforscht, vor allem auch nicht die Schwankungen der Elemente von einer Jahreszeit zur andern und von Jahr zu Jahr sowie die Bedeutung solcher Änderungen für das Klima und ihr Zusammenhang mit biologischen Erscheinungen. Die Beobachtungsgrundlage vom Standpunkt der Thermodynamik erfordert Einzelstudium der Verhältnisse an bestimmten Stationen, an denen periodisch beobachtet werden muß, möglichst zur gleichen Zeit, um synoptische Karten von der Verteilung der einzelnen Elemente entwerfen zu können.

Über die maritime Meteorologie und die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre führte Ch. F. Marvin folgendes aus: Während die Zahl der meteorologischen Stationen in den zivilisierten Staaten zahlreich genug ist und auch die oberen Schichten der Atmosphäre neuerdings von Landstationen aus eifrig untersucht werden, wissen wir wenig Einzelheiten über die meteorologischen Verhältnisse auf dem Ozean. Wohl erhalten wir eine Anzahl von Wind- und Wetterbeobachtungen von vielen Handelsschiffen, jedoch sind diese an bestimmte Kurse gebunden und ernste wissenschaftliche Untersuchungen sind auf ihnen schwer ausführbar. Was auf diesem Wege erreicht werden kann, ist begrenzt sowohl in der Art und Menge der zu erhaltenden Beobachtungen, als auch in bezug auf die regionale Verteilung, so daß der Plan einer wissenschaftlichen Untersuchung des Stillen Ozeans von den Meteorologen mit Enthusiasmus begrüßt wird.

Die bisherigen aerologischen Untersuchungen an den einzelnen Landstationen bilden nur ein Fragment und sind nicht genügend, um die Einzelheiten der Zirkulation der höheren Schichten erklären zu können. Hierzu sind Beobachtungen nötig, die nur von Schiffen gewonnen werden können, die einzig und allein wissenschaftlichen Untersuchungen dienen, und die weiten Flächen des

Stillen Ozeans, mit ihren verstreuten Inseln als Stützpunkte, bieten ein für solche Untersuchungen unübertreffbares Feld. Die Oberflächen-Beobachtungen vom Ozean und die in den höheren Schichten der Atmosphäre sind in sich selbst wertvoll als Ergänzung zu den korrespondierenden Beobachtungen des Landes, außerdem bietet sich aber auch die Gelegenheit, von einer solchen Expedition Beobachtungen aus allen Breiten und Längen von dem größten der Ozeane zu erhalten, namentlich aus Gebieten, wo gute Beobachtungen fehlen.

Aus den aerologischen Beobachtungen an den Landstationen wissen wir, daß die Atmosphäre in zwei oder mehrere gut definierte Schichten angeordnet ist, aber über die Dimensionen der Schichten, über ihre Grenzen und über die Eigenschaften der verschiedenen Schichten sind wir noch ungenügend unterrichtet. Für das Studium dieser einzelnen Schichten gibt es kein geeigneteres Feld als den Stillen Ozean, über dessen weiter Fläche wir relativ einfache Verhältnisse antreffen müssen, während über den Landstationen je nach ihrer Seehöhe und der Topographie ihrer Umgebung die großen Züge in der Schichtung leicht gestört erscheinen. Mittels der Registrierinstrumente, die wir Ballons mitgeben, sind leicht Aufzeichnungen über Temperatur und Feuchtigkeit in den einzelnen Höhen zu erhalten; unumgänglich notwendig ist es aber auch, den Weg des Ballons durch Peilungen von den Endpunkten einer passenden Basis zu verfolgen, um die Bewegungen der Schichten feststellen zu können. Dies ist eine der dringendsten Forderungen der Meteorologie, um die Zirkulation in den höheren Schichten der Atmosphäre kennen zu lernen und Ferrels Theorie über die Bewegung der Luft zu prüfen.

Wenn auch das Hauptgewicht auf die aerologischen Arbeiten zu legen ist, so würde eine Erforschung des Stillen Ozeans auch die Gesamtheit der übrigen meteorologischen Phänomene in den Kreis ihrer Untersuchungen einzubeziehen haben, vor allem wären auch die Entstehung, die Entwicklung, das Fortschreiten und der Verfall der Taifune und ähnlicher Stürme zu studieren. W. Brennecke.

3. **Neue amerikanische Seehandbücher.** Vom Hydrographischen Amte in Washington sind sechs Seehandbücher teils neu, teils in neuen Auflagen herausgegeben. Ihr Text ist, abgesehen von Änderungen und Ergänzungen, die durch neue Vermessungen oder durch sonstige neue Nachrichten geboten waren, im wesentlichen Wiedergabe des Textes der entsprechenden englischen Seehandbücher. Allerdings mit dem Unterschiede, daß in den benutzten englischen Seehandbüchern die Kompaßrichtungen mißweisend in Graden von Nord oder Süd nach Ost oder West oder mißweisend in Strichen, in den amerikanischen Seehandbüchern dagegen rechtweisend in Graden von 0 bis 360° gegeben sind. Daß bei der Umrechnung ein Fehler unterlaufen kann, hat sich bei einer Stichprobe gezeigt, die weiter unten angeführt ist.

Nummern und Titel der neuen Bücher sind die folgenden:

1. H. O. (hydrographic Office) Nr. 99. Nova Scotia Pilot. Bay of Fundy, Coasts of Nova Scotia and Cape Breton Isld., 4. Aufl. Die amerikanischen Nachrichten für Seefahrer, N. t. M. H. O. Wash., sind berücksichtigt bis einschließlich Nr. 52/1915.

2. H. O. Nr. 130. Central America and Mexico Pilot. (East Coast.) From Gallinas Point, Columbia to the Rio Grande. Diese Neuausgabe ersetzt H. O. Nr. 64, Gulf of Mexico and Caribbean Sea, Vol. II und berücksichtigt die N. t. M. H. O. Wash. bis einschließlich Nr. 10/1916.

3. H. O. Nr. 165. Pacific Islands Pilot. Vol. I (neu). Das Handbuch umfaßt die Inseln und Inselgruppen Neu-Kaledonien, die Loyalty-Inseln, Neu-Hebriden, Santa Cruz, die Salomon-Inseln, Neu-Mecklenburg, Neu-Pommern, die Admiralitäts-Inseln, die Palau- und die Marschall-Inseln, die Karolinen und die Marianen. Die N. t. M. H. O. Washington sind bis Nr. 3/1916 berücksichtigt. Eine Stichprobe ergab zufällig, daß auf S. 73 bei Ugo Bay eine Peilung mit 230° angegeben ist, die das englische Seehandbuch Pacific Islands, Vol. II, 1908, S. 238 richtig mit S 20° W angibt und die unter Anbringung der Mißweisung = 10° Ost im amerikanischen Seehandbuche 210° heißen müßte.

4. H. O. Nr. 166. Pacific Islands Pilot. Vol. II (neu), umfassend die Cook-Inseln, Tuluai, die Gesellschafts-, Tuaumotu-, Marquesas-, Tonga-, Samoa-, Fidschi-, Union-, Ellice-, Gilbert- und Phönix-Inseln, sowie die einzelnen Inseln bei der Linie, nördlich von den angeführten Gruppen. Die N. t. M. H. O. Wash. sind bis einschließlich Nr. 52/1915 berücksichtigt.

5. H. O. Nr. 172. South America Pilot. Vol. I, East Coast from the Orinoco River to the River Plate. Durch diese Neubearbeitung wird ein Teil des die ganze Ostküste Südamerikas bis zur Magellanstraße umfassenden Seehandbuches H. O. Nr. 88, East Coast of South America ersetzt. Der neue Band berücksichtigt die N. t. M. H. O. Wash. bis Nr. 50/1915 einschließlich. Neu darin ist, außer den Ergänzungen und Berichtigungen, ein Verzeichnis spanischer und portugiesischer Wörter aus dem Seeverkehr.

6. H. O. Nr. 176. British Columbia Pilot. Vol. II. The coast of British Columbia from Cape Caution to Portland Inlet, including the Queen Charlotte Islands and Dixon Entrance. Durch diesen 2. Band — der erste ist erschienen, aber bei der Deutschen Seewarte nicht angekommen — wird die Ergänzung des Seehandbuches H. O. 96, das die ganze Küste von Britisch-Kolumbien umfaßt, vervollständigt, Was oben über einfache Wiedergabe des Textes der englischen Seehandbücher gesagt ist, trifft auf dieses Buch verhältnismäßig wenig zu. Die schnelle Entwicklung Britisch-Kolumbiens, soweit diese für ein Seehandbuch in Frage kommt, hat eine ganz neue Bearbeitung nötig gemacht. Die N. t. M. H. O. Wash. werden darin bis einschließlich Nr. 8/1916 berücksichtigt. D. S.

4. **Beiträge für Seehandbücher.** Annuario Hidrografico de la Marina de Chile, Valparaiso 1915. Dieser 29. Band der hydrographischen Jahresberichte des chilenischen Marine-Amts enthält als Hauptteil Berichte über Forschungs- oder Vermessungsreisen chilenischer Schiffe. Darunter sind 9 Berichte über Vermessungen usw. in südchilenischen, patagonischen und feuerländischen Gewässern aus den Jahren 1912/13 und ein Bericht über eine Erdumsegelung aus den Jahren 1903/5. Die Berichte sind von 16 Karten, Plänen oder Skizzen begleitet. Hieran schließt sich eine Abhandlung über das im Jahre 1866 begonnene Kartenwerk von Chiloë.

Unter »Vermischtem« finden sich dann Arbeiten über den unterseeischen Wasserstandsmesser von Favé (31 Seiten) und über funkentelegraphische Übertragung der Zeit (15 Seiten). Hieran schließen sich Verzeichnisse der astronomisch festgelegten Punkte, der Hafenzeiten und der Wasserstandsmesser, sowie der vom Carnegie-Institut gefundenen Mißweisung an der chilenischen Küste. Und endlich bringt das Jahrbuch auch noch einen Bericht über Schiffsunfälle an der chilenischen Küste und chilenischer Schiffe in anderen Gewässern aus dem Jahre 1913. Rke.

5. **Magnetische Störungen im Sörö-Sund.** Daß die erdmagnetischen Verhältnisse Norwegens sowohl im Innern des Landes als auch in den Küstengebieten mancherlei Störungen unterworfen sind, die auf die Bodenbeschaffenheit des Landes zurückzuführen sind, ist durch gelegentliche Beobachtungen schon mehrfach festgestellt worden. Da in neuerer Zeit von verschiedenen Kapitänen wiederholt über das Vorhandensein solcher Störungen bei der Durchfahrt durch den Sörö-Sund berichtet worden ist, sind von dem Vorsteher des Seekartenwesens in Norwegen, dem Kapitän Bjorseth, in jener Gegend Beobachtungen angestellt worden, die diese Angaben bestätigt haben. Das Störungsgebiet liegt etwa auf $70^1/_2°$ N-Br. und 23° O-Lg. v. Gr. und soll sich von Vatnholmens-Feuer ungefähr $3^1/_2$ Seemeilen nach Südwesten und 4 Seemeilen nach Nordosten bis zur Verbindungslinie zwischen Gyfjordvaeggen und Fella erstrecken.

Nach den zu verschiedenen Zeiten an Land in Tromsö, Bossekop, Hammerfest und anderen Orten angestellten Beobachtungen und auch nach einer Beobachtung des amerikanischen Vermessungsschiffes »Carnegie« aus dem Jahre 1914 würde die Mißweisung in dem betreffenden Teile des Sörö-Sundes bei ungestörten Verhältnissen 1° bis 2° W betragen. Wie die oben erwähnten Beobachtungen ergeben haben, zeigt die Magnetnadel dort tatsächlich größere westliche Abweichungen vom astronomischen Meridian, die etwa 5° bis 6° betragen. Bth.

6. **Rettung der auf der Elefant-Insel zurückgebliebenen Mitglieder der Shackleton-Expedition.** In Ergänzung unserer früheren Mitteilungen über die Schicksale der Shackleton-Expedition (Ann. d. Hydr. usw. 1916 S. 346 und S. 449) ist folgendes nachzutragen. Nach drei vergeblichen Versuchen Shackletons, seine Gefährten auf der Elefant-Insel zu retten, ist der vierte Versuch erfolgreich gewesen. Mit einem kleinen Dampfer »Yelcho«, der auf Kosten der chilenischen Regierung ausgerüstet war, steuerte Shackleton die Elefant-Insel von Nordwesten an, in der Hoffnung, daß das Eis nach Nordosten abgetrieben sein könnte. Der Versuch gelang, und am 30. August wurden die Zurückgebliebenen aufgefunden und gerettet. Diese berichteten, daß die Insel am 25. April von dicht gepackten Eismassen eingeschlossen wurde, so daß Shackleton, der am 24. April im Boot die Insel verlassen hatte, noch gerade rechtzeitig aufgebrochen war. Zur Zeit der drei vorhergehenden Entsatzversuche Shackletons war die Insel von Eis besetzt. Die Zurückgebliebenen hatten zwei Boote zur Verfügung, die sie zu Wohnzwecken nutzbar machten, ihre geringen Vorräte ergänzten sie durch Pinguine und Robben. — Die mit zäher Energie durchgeführten Entsatzversuche Shackletons zeigen, daß auch scheinbar Unmögliches durch Ausnutzung günstiger Umstände schließlich ermöglicht werden kann.

Br.

Neuere Veröffentlichungen.

Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

U. S. Department of Agriculture, Weather Bureau: *Weather forecasting in the United States.* (A. J. Henry, E. H. Bowie, H. J. Cox and H. C. Frankenfield.) 4°. 370 p. Washington 1916. Government Printing Office.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Mars, S.: *Zeevaartkundige hoekmeetinstrumenten: Van astrolabium en jacobsstaf tot octant met gyroscopischen horizon Fleuriais.* 8°. 29 p. m. Taf. Batavia 1915. Javasche Boekhandel & Drukkerij.

Physik.

Boehm, E.: *William Gilbert begründet die Lehre vom Erdmagnetismus 1600.* 8°. 69 S. m. 14 Abbildgn. (Bd. 84 aus: »Voigtländers Quellenbücher«.) Leipzig 1916. R. Voigtländer. 0.80 ℳ.

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Die Periode der Sonnenrotation im jährlichen Gang der Lufttemperatur und ihre Anwendung auf andere meteorologische Elemente. H. Henze. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 9.
Der Einfluß des Mondes auf die Wetterumschläge und die atmosphärischen Störungen. M. Blaschke. »Das Weltall« 1916, Hft. 15/16.
Meteorological aspects of oceanography. H. Pettersson. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, June.
On the so-called change in european climate during historic times. H. H. Hildebrandsson. Ebenda.
Kalenderreform und Meteorologie. W. Köppen. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 9.
Über den Einfluß starker Beschießungen auf das Wetter. »Das Wetter« 1916, Hft. 9.
Einige Fälle von Witterungsumschlägen und Wetterbeständigkeit für das Stromgebiet des Unter- und Mittelrheins. W. R. Eckardt. Ebenda.
Das Wetter in Norddeutschland im Sommer 1916. R. Hennig. »Geogr. Anzeiger« 1916, Hft. 10.
Häufigkeit und Dauer der Niederschläge. G. Hellmann. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 9.
Menge und Häufigkeit der Sommerniederschläge in Potsdam. O. Meißner. »Das Wetter« 1916, Hft. 9.
Tropical rains: Their duration, frequency and intensity. O. L. Fassig. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, June.
Der Blitzschlag am Exsternstein im Teutoburger Walde. Häpke. »Das Wetter« 1916, Hft. 9.

Temperatuur, luchtdruk en wind in de hoogere dampkringslagen. H. G. Cannegieter. (Vervolg.) »Hemel en Dampkring« 1916, September.
Aktive und passive Teile im Cumulus. W. Köppen. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 9.

Meeres- und Gewässerkunde.

De internationale havundersøgelser og Danmarks deltagelse i disse. J. P. Jacobsen. »Ingeniøren« 1916, Nr. 52—54.

Fischerei und Fauna.

De Danske Farvandes Plankton in aarene 1898—1901. Phytoplankton og Protozoer. 2. Protozoer; organismer med usikker stilling; parasiter i phytoplanktonter. C. Hansen-Ostenfeld. »Danske Selsk. Skrift. Naturv. og Mathemat.« Afd. 8. Raekke. II. 2. (1916.)
Marking experiments with turtles in the Danish West-Indies. J. Schmidt. »Meddelels. Kommiss. f. Havundersøgels. Serie Fiskeri. Bd. V, 1916.
Marking experiments with cod at the Faeroes. A. C. Strubberg. Ebenda.

Physik.

Über Mittelwerte von Vektorpaaren mit Anwendungen auf meteorologische Aufgaben. H. U. Sverdrup. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 9.
The problem of the chemical origin of solar radiation. E. Briner. »Scientif. Americ. Suppl.« 1916, August 12.
Atmospheric transmission. F. W. Very. »Science« 1916, August 4.
Zodiakallicht und Dämmerungsschein. F. Schmid. »Astronom. Ztschr.« 1916, Nr. 10.
Zur Frage nach dem Ursprunge der Niederschlagselektrizität. H. Geitel. »Physikal. Ztschr.« 1916, Nr. 19.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Verband tusschen de toestanden der trek-en spiraalveer en storingen in den gang van een chronometer. S. Mars. »Natuurkundig Tijdschr. v. Nederl. Indië«. Deel LXXV, 2. Afl.
Gangen van drie tijdmeters met nikkelstalen balans. L. Roosenburg. »De Zee« 1916, Nr. 10.
Use of a flagpole in calibrating kite anemometers. B. J. Sherry. »Washington, Monthly Weather Review« 1916, June.

Astronomie, terrestrische und astronomische Navigation.

De invloed van de afplatting der aarde op de astronomische plaatsbepaling. J. v. Roon. »De Zee« 1916, Nr. 10.
Zur Geschichte der Astronomie und der Schiffahrt. W. Foerster. »Mitteil. d. Vereinig. v. Freund. d. Astronomie usw.« 1916, XXVI. Jahrg., Hft. 5.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Development of the Port of New Orléans. F. J. Springer. »Scientif. Americ.« 1916, August 5.
De daling van den bodem van Nederland. D. H. S. Blaupot ten Cate. »Verslagen, Geolog. Sect. v. h. Geolog.-Mijnbouwkdg. Genootsch. v. Nederland en Kolonien«. II. Deel. 1916.
Het ontstaan der wierden of terpen en daling van den bodem. D. H. S. Blaupot ten Cate. »Bijdr. tot de kennis van de Provincie Groningen en omgelegen strekken etc.« II. Deel. 5 Stuk.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Die deutschen Handels-Tauchschiffe. H. Steinert. »Prometheus« 1916, Jahrg. XXVIII, Nr. 1.
Zur Geschichte des Havelberger Schiffbaues. C. Voigt. »Schiffbau« 1916, Jahrg. XVIII, Nr. 1.

Handelsgeographie und Statistik.

Die Erschließung des Eismeeres und die Schiffahrt nach Sibirien. »Hansa« 1916. Nr. 41.
Die Fortschritte der japanischen Handelsflotte. 1914—1916. N. Hansen. Ebenda. Nr. 39.
Die Entwickelung der deutsch-türkischen Seeverbindung. W. Brunner. (In ungar. Spr.) »A. Tenger« 1916. Hft. X.
Handelsbericht des Kaiserlichen Konsulats in Monrovia über die Republik Liberia für das Jahr 1913: Liberia. »Deutsch. Handelsarch.« 1916, September.
Handelsbericht des Kaiserlichen Konsulats für das Jahr 1915: Curaçao. Ebenda.

Verschiedenes.

Wladimir Köppen zum siebenzigsten Geburtstage. J. v. Hann u. R. Süring. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 9.
Recent progress in our knowledge of the physiological action of atmospheric conditions. F. S. Lee. »Science« 1916, August 11.
Afsluting en droogmaking van de Zuiderzee. »De Zee« 1916, Nr. 10.

Die Witterung an der deutschen Küste im September 1916.

(Amtlich)

In seinen Monatswerten kennzeichnete sich der September bei annähernd normalem, im Westen etwas zu hohem, im Osten etwas zu niedrigem Barometerstand als kühl, meist ziemlich heiter und überwiegend als trocken; die Winde waren im ganzen ziemlich gleichmäßig auf die Himmelsrichtungen verteilt und blieben mit ihrer mittleren Stärke, soweit die berechneten Mittelwerte der aufgezeichneten Stundenmittel der Windgeschwindigkeiten mit vieljährigen Mittelwerten verglichen werden konnten, gegen diese zurück. Sommertage, an denen die Temperatur am Nachmittag bis 25° stieg, wurden nicht beobachtet.

Der September hatte am 2., vom 7. bis 10. und besonders lange vom 21. bis 30. fast durchweg trockenes Wetter an der ganzen Küste; Regen fiel in größerer Verbreitung am 1. an der ganzen Küste, am 3. ostwärts bis zur Westküste Schleswig-Holsteins, am 4. über dem Westen der Nordseeküste und von der Elbe bis Pommern, am 5. von Rügen ostwärts, am 6. über Rügen und Umgebung, am 11. und 12. mehrfach ostwärts bis zur Ostseeküste Schleswig-Holsteins, sowie am 13. bis 20. an der ganzen Küste. Heitere Tage waren in größerer Ausdehnung der 6. an der westlichen Ostsee, der 8. an der westlichen Ostsee und von Rügen ostwärts, der 9. von Rügen ostwärts, der 10. an der Ostsee, der 22. an der Ostsee ostwärts bis Pommern, der 25. an der westlichen Nordsee und der östlichen Ostsee, der 26. an der westlichen Ostsee, der 28. und 29. an der ganzen Küste und der 30. an der Nordsee. Nebel trat in größerer Verbreitung auf am 8. von der Weser bis Mecklenburg, am 9. an der Nordsee, am 20. von Mecklenburg bis Pommern, am 25. von Elbe bis Oder, am 26. von der Elbe ostwärts und am 27. ostwärts bis zur Helgoländer Bucht. Ausgedehnte Gewitter stellten sich in der Nacht zum 4. und am folgenden Tage ostwärts bis Pommern, am 14. an der mittleren Ostseeküste und am 19. mehrfach an der Nordsee ein. Steife und stürmische Winde wurden in großer Verbreitung beobachtet am 1. und 2. ostwärts bis Pommern aus dem Nordwestviertel und an der preußischen Küste aus dem Südwestviertel, am 15. an der Ostseeküste aus beiden westlichen Vierteln, am 16. und 17. an der mittleren Ostseeküste aus Nord bis Nordost, am 18. ostwärts bis zur Oder aus dem Südwestviertel und endlich am 30. mehr vereinzelt aus dem Nordostviertel an der Ostsee.

Der Monat September zeigte morgens am 1. gegenüber einem Hochdruckgebiet über Nordosteuropa ein anderes über Südwesteuropa, das sich in einem bis nach dem Eingang des Skagerrak und der Oder ausgebreiteten Ausläufer nordostwärts erstreckte und Tiefdruckgebiete nördlich von Schottland sowie von Südrußland bis nach dem Süden der Ostsee reichend. Bis zum 5. wanderte der Hochdruckausläufer über Kontinentaleuropa ostwärts, während sich das ozeanische Tiefdruckgebiet in einem Ausläufer von Frankreich her über Deutschland bis über die Oder hinaus ausdehnte. Die am 1. und 2. meist westlichen Winde drehten zunächst im Westen und weiterhin auch im Osten nach südlichen Richtungen, so daß Steigen der Temperatur eintrat und diese, wie schon teilweise am 1., besonders am 3. und 4. meist die höchsten Werte des Monats erreichte. Am 5. vollzog sich ein Witterungswechsel, indem das Tiefdruckgebiet an diesem Tage von der Nordsee her über Kontinentaleuropa südostwärts fortschritt, während ein Hochdruckgebiet über Großbritannien heranzog. Dieses nahm am 6. an Höhe zu und trat durch einen über Südnorwegen verlaufenden Rücken höheren Drucks mit dem über Osteuropa inzwischen etwas südwärts verlagerten Hochdruckgebiet über Rußland in Verbindung, der das am 6. vom Mittelmeer noch bis nach dem Süden der Nord- und Ostsee ausgebreitete Tiefdruckgebiet von einem über Nordskandinavien ostwärts fortschreitenden Ausläufer eines über dem Eismeer gelegenen Tiefdruckgebiets trennte. Nach veränderlichen Winden am 5. drehten die Winde an der Küste am 6. auf der Südseite des genannten Hochdruckrückens nach östlichen Richtungen; die am 1. und 3. bis 6. mehrfach beobachteten Regenfälle hörten nun zunächst auf.

Im Bereiche des Hochdruckrückens herrschte vom 7. bis 10. meist trockenes, vielfach heiteres oder nebliges, kühleres Wetter; die Winde blieben schwach und

erhielten sich bis zum 9. aus östlichen Richtungen, dann aber stellten sich am 10. wieder westliche Winde ein, da sich das Tiefdruckgebiet über Nordeuropa im Bereiche seiner ostwärts schreitenden Ausläufer immer weiter südwärts ausgedehnt hatte und der Hochdruckrücken südwärts zurückgewichen war.

Nachdem zunächst am 11. ein am Morgen über die Ostsee bis nach den Alpen reichender Tiefausläufer über Teilen der Küste Regenfälle gebracht hatte und dieser Ausläufer samt dem Tiefdruckgebiet im hohen Norden an diesem Tage nach Osten zurückgewichen war, zog bereits am folgenden Morgen ein neues, vom Nordmeer bis nach dem Kanal reichendes Tiefdruckgebiet heran, das sein Tief bis zum Morgen des 16. nach Finnland verlagerte und sich während seines Fortschreitens über ganz Mitteleuropa bis nach den Alpen ausbreitete. Auf seiner Südseite frischten die durchweg aus westlichen Richtungen wehenden Winde stark auf und wurden am 13. und 14. an der ganzen Küste vielfach stürmisch; ein auf der Rückseite des Tiefdruckgebiets am 16. südostwärts über den Süden der Ostsee hinwegschreitender Tiefausläufer hatte am 16. und 17. an der Ostsee teilweise stürmische nördliche Winde im Gefolge. Am Morgen des letztgenannten Tages erstreckte sich ein Ausläufer eines Hochdruckgebiets über Frankreich nordostwärts über Südskandinavien, so daß vorübergehend an der Nordsee trockenes Wetter auftrat; doch bereits zog ein neues Tiefdruckgebiet nordwestlich von Europa her heran und breitete sich schon bis zum folgenden Morgen über Mitteleuropa aus. In seinem Bereiche stellten sich am 18. wieder stürmische Winde an der Küste ein und traten vom 18. bis 20. erneute Regenfälle ein, während das vom hohen Norden teilweise bis nach den Alpen reichende Tiefdruckgebiet ostwärts über Europa hinwegschritt.

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm + Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom 30j. Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br. Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C. 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom 15j. Mittel	Zahl der Frosttage (Min. < 0°)	Eistage (Max. < 0°)
Borkum	7.7 m	61.8	+0.7	71.8	7.	47.0	19.	13.1	15.9	13.4	13.7	—0.6	0	0
Wilhelmshaven	4.5	61.8	+0.2	71.6	8.	47.6	19.	11.7	15.3	13.0	12.8	—0.8	0	0
Keitum	8.4	61.7	+1.0	72.1	7. 8.	47.3	18.	11.8	15.0	11.8	12.3	—1.2	0	0
Hamburg	26.0	62.0	+0.4	71.5	7.	47.9	19.	10.8	15.7	13.2	12.6	—1.0	0	0
Kiel	47.2	62.1	+1.0	71.8	8.	48.0	19.	10.6	14.3	11.4	11.5	—1.1	0	0
Wustrow	7.0	61.5	+0.3	71.6	22.	47.2	19.	11.8	14.9	12.7	12.7	—0.8	0	0
Swinemünde	10.05	61.4	—0.1	71.7	22.	47.0	19.	12.4	15.6	12.9	13.2	—0.5	0	0
Rügenwaldermünde	6.9	60.9	—0.6	71.8	22.	43.7	14.	11.2	14.8	12.0	12.2	—1.1	0	0
Neufahrwasser	4.5	61.2	—0.3	72.2	23.	43.7	14.	12.0	15.0	11.8	12.4	—1.2	0	0
Memel	9.6	61.1	—0.2	71.8	9.	38.9	14.	11.0	15.2	10.8	11.6	—1.8	0	0

Stat.	Temperatur-Extreme Mittl. tägl. Max.	Min.	Absolutes monatl. Max.	Tag	Min.	Tag	Temperatur-Änderung von Tag zu Tag 8h V	2h N	8h N	Feuchtigkeit Absolute Mittel mm	Relative, % 8h V	2h N	8h N	Bewölkung 8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	16.4	8.0	20.8	3.	7.4	24.	1.1	1.5	1.4	9.5	84	73	79	6.3	6.2	5.7	6.1	+0.1
Wilh.	15.7	9.6	19.8	1.	5.2	22.	1.9	1.3	1.2	9.5	90	73	82	6.5	5.6	5.3	5.8	—0.2
Keit.	15.7	9.3	18.9	1.	6.2	23.	1.5	0.8	1.3	9.6	89	81	88	7.5	4.9	4.3	5.6	—0.7
Ham.	16.7	9.6	21.1	3.	6.0	17.22.	1.8	1.4	1.5	8.7	87	66	76	7.3	6.5	4.9	6.2	+0.1
Kiel	14.9	8.4	17.9	3. 4. 8.	5.0	17.	1.6	1.1	1.2	8.9	91	75	87	5.9	6.5	3.4	5.3	—0.9
Wus.	15.5	9.6	20.5	9.	5.6	24.	1.3	1.7	1.2	9.1	84	73	82	5.6	5.0	5.0	5.2	—1.0
Swin.	16.0	9.9	20.6	4.	6.3	18.	1.2	1.4	1.3	9.0	82	66	80	5.2	5.8	4.0	5.0	—0.9
Rüg.	15.3	8.7	22.6	4.	4.0	29.	1.6	1.6	1.1	8.9	86	73	81	4.8	4.8	3.8	4.5	—1.3
Neuf.	15.4	9.1	20.7	10.	2.2	29.	1.3	1.4	1.5	8.4	78	66	80	5.5	5.5	4.3	5.1	—0.8
Mem.	16.1	8.0	21.0	8.	0.1	28.	2.0	1.6	1.5	8.4	80	67	83	7.2	6.2	5.6	6.3	—0.3

Stat.	Niederschlag, mm[1])						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit[2])			
							mit Niederschlag ≥ mm								Meter pro Sek.			Daten der Tage mit Sturm
	V–N %	N–V %	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	0.2	1.0	5.0	10.0	K u. T	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe mittl. Bew. > 8	Mittel	Abw.	Sturmnorm	
Bork.	17	28	44	— 28	10	16.	12	8	4	0	0	0	2	7	—	—	12.0	n. Schätz. am 13. 14.
Wilh.	27	20	47	— 10	10	19.	10	9	5	0	2	0	4	7	4.2	—0.8	12.0	keine
Keit.	15	23	38	— 41	8	16.	16	9	1	0	0	0	0	7	3.3	—	12.0	keine
Ham.	25	42	67	+ 5	32	14.	10	7	4	3	0	0	2	8	3.9	—0.6	12.0	keine
Kiel	31	12	43	— 24	16	19.	11	7	2	2	1	0	2	5	3.3	—1.2	12.0	keine
Wus.	18	15	32	— 27	15	19.	10	8	1	1	0	0	1	4	—	—	12.0	nach Schätz. keine
Swin.	20	14	35	— 17	7	16.	11	7	4	0	0	0	6	5	3.5	—0.7	10.5	keine
Rüg.	19	69	88	+ 14	24	16.	11	10	7	4	2	0	11	6	4.6	—	15.0	13. 14. 16. 17.
Neuf.	15	9	24	— 28	6	3.	8	6	3	0	0	0	7	8	3.1	—	12.0	keine
Mem.	34	17	51	— 17	18	15.	10	8	3	2	0	0	3	7	4.2	—	12.0	13. 14.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	9	3	20	4	7	5	5	0	2	2	14	2	2	0	6	9	0	2.9	3.2	2.9
Wilh.	4	4	16	10	4	0	1	7	6	7	6	2	6	5	5	3	4	1.9	2.4	2.4
Keit.	13	3	5	3	8	8	0	1	6	4	2	5	4	1	6	11	10	2.5	3.1	3.0
Ham.	9	8	3	2	5	7	6	2	4	1	10	10	2	1	9	2	9	2.7	3.2	2.6
Kiel	5	1	13	2	12	2	5	2	10	1	8	0	4	1	20	1	3	2.1	2.7	2.1
Wus.	1	1	16	7	2	3	3	7	5	2	1	6	3	9	9	1	8	3.0	3.4	3.0
Swin.	16	2	9	6	3	5	4	1	2	4	5	0	1	11	3	6	12	2.8	3.3	2.0
Rüg.	1	6	9	3	5	7	3	7	4	6	3	2	5	10	10	2	7	3.1	3.4	3.1
Neuf.	7	4	5	5	2	3	1	9	7	6	11	5	3	4	4	6	8	2.1	3.0	2.1
Mem.	7	1	9	3	8	2	8	5	5	3	7	5	14	4	7	2	0	3.0	3.4	2.2

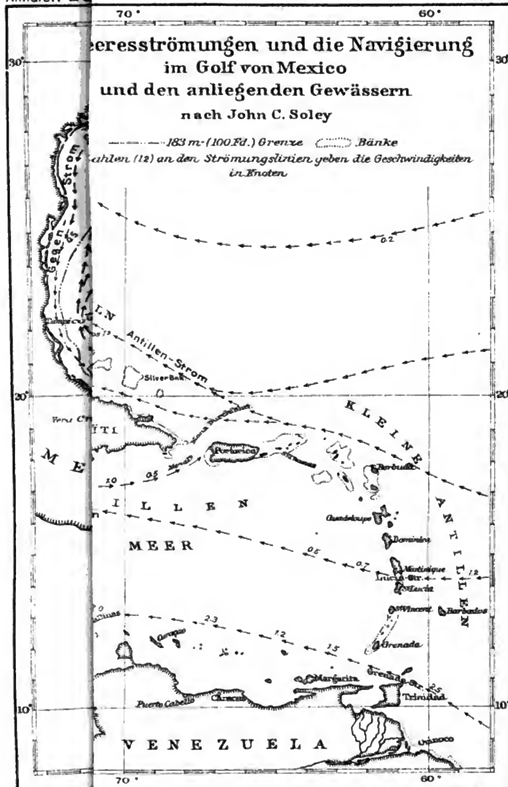
Im Rücken des Tiefdruckgebiets zog ein Hochdruckgebiet über dem Ozean heran und dehnte sich bereits am 21. über Mitteleuropa aus. Hiermit wurde die vom 21. bis Monatsende währende trockene Zeit eingeleitet, die durch die Herrschaft mehrerer aufeinanderfolgender Hochdruckgebiete gekennzeichnet war. Ein erstes Hochdruckgebiet schritt vom 21. bis 24. südostwärts über Mitteleuropa bis Südrußland, ein zweites vom 25. bis 28. vom Nordmeer bis Westrußland, und diesem folgte ein drittes nach, das in der Nacht zum 29. nordwestlich von Europa heranzog und sich bis zum Morgen schon über Skandinavien und dann über ganz Mitteleuropa ausdehnte. Bis zum 26. wehten leichte bis schwache veränderliche Winde an der Küste, vom 27. an aber etwas lebhaftere Winde andauernd aus östlichen Richtungen, die unter Wechselwirkung des Hochdruckgebiets mit einem ostwärts über Süddeutschland hinwegziehenden Tiefdruckgebiet am 30. an der Ostsee teilweise stürmisch wurden. Während dieses letzten Monatsdrittels, wo Luft ozeanischer Herkunft nicht zugeführt wurde und diese entweder dem Binnenland oder höheren Breiten entstammte, stellten sich fast durchweg an der Küste die niedrigsten Monatstemperaturen ein.

[1]) Die Niederschlagswerte sind auf ganze Millimeter abgerundet.

[2]) Die registrierten Windgeschwindigkeiten und Sturmnormen erscheinen seit Januar dieses Jahres infolge anderer Berechnungsweise kleiner als früher (vgl. die Erläuterungen der Januar-Tabelle, »Ann. d. Hydr. usw.« 1905 S. 143).

Druck und Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei, Berlin SW, Kochstraße 68—71.


Ar



Druck der Deutschen Seewarte - Hamburg.

Die Psychrometerformel.

Von Professor Dr. **Grossmann**, Hamburg, Deutsche Seewarte.

Nachdem ich bereits vor 27 Jahren die Theorie des Psychrometers zum Gegenstand einer Untersuchung[1]) gemacht hatte, wurde ich vor etwa zwei Jahren auf denselben Gegenstand zurückgeführt und erhielt dabei die Anregung, die Aufgabe von einer andern Seite als damals zu betrachten. Auf diesem Wege gewann ich eine volle Bestätigung meines damaligen Hauptergebnisses in wenig veränderter Gestalt, das sich als die Lösung des bisher als ungelöst betrachteten Problems darstellt.

Zunächst aber seien einige kurze bemerkenswerte geschichtliche Angaben über das Psychrometer vorangeschickt, da es mir möglich gewesen ist, in die zu nennenden Arbeiten von Gay Lussac, Ivory, August und Regnault Einblick zu tun. Daß mit Wasser befeuchtete Körper sich in der Luft abkühlen, ist gewiß eine recht alte Beobachtung, und daß insbesondere ein in Wasser getauchtes Thermometer beim Herausnehmen aus dem Wasser sich unter die Lufttemperatur abkühlt, ist sicher schon vor dem Jahre 1800 beobachtet worden; derartige Beobachtungen werden seitens Gay Lussacs für Richmann, seitens Ivorys für Hutton („vor 1792") und seitens Augusts für Boeckmann (in Karlsruhe 1802) angeführt, und es ist von ihnen bekannt, daß sie die Luftfeuchtigkeit aus der Erniedrigung des befeuchteten Thermometers geschätzt haben. Bei Gay Lussac finden wir die Angabe, daß nach verschiedenen unrichtigen Erklärungen dieser Erkaltung befeuchteter Körper zuerst von Cullen ausgesprochen wurde, daß sie von der Verdunstung erzeugt werde. Auf die Erkaltung der befeuchteten Thermometerkugel gründete Leslie 1799 sein Differentialthermometer.

Die erste Formel für die Berechnung der Temperaturerniedrigung eines feuchten Thermometers, allerdings nur für den Fall seiner Aufstellung in ganz trockener Luft, hat Gay Lussac[2]) am 6. März 1815 der Académie des sciences vorgetragen. Seine Formel lautete

1. $$e_1 \sigma \lambda = (B - e_1)(t - t_1) s.$$

In dieser Formel bedeuten e_1 die Maximalspannung des Wasserdampfes bei der Temperatur t_1 des Thermometers mit befeuchteter Kugel (kurz des „feuchten Thermometers"), t die Temperatur, die das trockene Thermometer anzeigt, B den Barometerstand, σ das spezifische Gewicht des Wasserdampfes, bezogen auf trockene Luft von gleicher Temperatur und unter gleichem Druck, λ die Verdampfungswärme des Wassers, und s die spezifische Wärme der trockenen Luft bei konstantem Druck. Gay Lussac gibt keine Erläuterung über die Ableitung der Formel. Diese besagt einfach, daß, sobald das feuchte Thermometer einen konstanten Stand erreicht und sich somit ein Wärmegleichgewicht hergestellt hat, die bei der Verdampfung des Wassers auf der Oberfläche der feuchten Kugel verbrauchte Wärme gleich derjenigen sein muß, die der Luft entzogen wird; Gay Lussac setzt dabei voraus, daß ein und dieselbe Masse trockener Luft sich von t auf t_1 abkühlt, während sich die Spannung ihres Wasserdampfes bei ihrer Sättigung von 0 (da der Luft vorher der Wasserdampf entzogen wird) auf e_1 nun erhöht. Sei ω die Masse der trockenen Luft, die in der Zeiteinheit diesen beiden Änderungen unterworfen wird und die Kugel auf t_1 abgekühlt und gesättigt verläßt, e die Spannung des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes, so steht sie unter dem Druck B — e, und die Masse des aufgenommenen Wasserdampfes beträgt somit $\frac{\omega e_1 \sigma}{B - e}$, da die trockene Luft und der Wasserdampf beide die Temperatur t_1 besitzen; seine Verdampfungswärme ist somit $\frac{\omega e_1 \sigma \lambda}{B - e}$. Die der trockenen Luftmasse ω bei ihrer Abkühlung von t auf t_1 entzogene Wärmemenge hat den Wert $\omega (t - t_1) s$. Durch Gleichsetzung dieser beiden Wärmemengen folgt nach einer kleinen Umformung

2. $$e_1 \sigma \lambda = (B - e)(t - t_1) s.$$

Der Vergleich zeigt gegen die Formel von Gay Lussac den Faktor auf der rechten Seite B — e statt B — e_1, und enthält insofern eine Berichtigung. Ein

entsprechender Fehler findet sich ebenso in den Formeln von Ivory und August, wie gezeigt werden wird. In der Umgebung der feuchten Kugel ändert sich wohl der Barometerstand B, aber der Druck der trockenen Luft B — e bleibt konstant. Um diese Theorie zu prüfen, hat Gay Lussac Versuche angestellt, indem er Luft aus einem Gasometer zunächst durch Chlorcalcium-Röhren und dann an einem trockenen und nachfolgend an einem feuchten Thermometer vorbeistreichen ließ. Bei der ausgedehnten Versuchsreihe stieg das trockene Thermometer von 0° bis 25°, und für jeden Grad wurde die Temperaturerniedrigung des feuchten Thermometers beobachtet; doch äußert Gay Lussac hinsichtlich dieser Reihe das Bedenken, daß die Schwierigkeit, die Temperatur im Zimmer, bei einer Außentemperatur von nur 6° bis 8°, bis 25° zu heben, einige Unsicherheit in den Ergebnissen zur Folge gehabt haben möge (vgl. nachfolgend S. 591). Gay Lussac führt noch zwei gleichartige Versuche an:

t	12.5	12.5
t_1	2.0	0.5
B	650	500

bei denen er für t_1 die Werte 1.3 und — 0.4 erwartet hat; nach meiner Berechnung ergeben sich die Werte — 0.08 und — 1.75 für unendlich stark bewegte Luft, und man erhält aus jenen Beobachtungen für die Konstante A_0 (vgl. S. 588 oben) die Werte 0.000775 und 0.000792.

Gay Lussac hat von der Aufstellung der Formel für den allgemeinen Fall abgesehen, weil ihm die Wärmekapazität der Wasserdämpfe nicht bekannt war und es des weiteren auch erwünscht schien, einige andere Konstanten der Formel nachzuprüfen, ehe er entsprechende weitere Versuche zur Prüfung der allgemeinen Formel anstellte. Mitbestimmend für die Unterlassung war die Erwägung, daß zwecks Bestimmung der Luftfeuchtigkeit mittels eines feuchten Thermometers lange Tabellen nötig sein würden, da die Erkaltung des Thermometers von Druck, Feuchtigkeit und Temperatur abhänge, während die Methode der Feuchtigkeitsmessung von Leroy in der Anwendung viel einfacher und daher bei dem damaligen Zustand der physikalischen Kenntnisse vorzuziehen wäre. „Da die durch Verdunstung erzeugte Kälte von der Wärmemenge, die die Flüssigkeit absorbiert, um sich in Dampf zu verwandeln, und von der Wärmekapazität des die Verdunstung bestimmenden Gases abhängt, so ist es leicht eine dieser Größen zu ermitteln, wenn alle übrigen gegeben sind." Den Einfluß der Wärmestrahlung der Umgebung auf das feuchte Thermometer erwähnt Gay Lussac, erachtet ihn aber für nur gering bei kleinen Temperaturerniedrigungen; ein Einfluß der Luftbewegung wird nicht in Betracht gezogen.

Unbekannt mit der Untersuchung von Gay Lussac, unternahm es Ivory[3]), die angeführten Beobachtungen von Hutton theoretisch zu behandeln, indem er sich die Fragen vorlegte, ob erstens die Erniedrigung der Temperatur des feuchten Thermometers nur von dem Wasserdampfgehalt der Luft und nicht noch von anderem abhänge, sowie zweitens, welches die Beziehung zwischen der Erkaltung des Thermometers und der Spannung des Wasserdampfes sei. Seine Erwägungen bieten immerhin ein gewisses Interesse. Da die Verdunstung in völlig ruhiger Luft sehr langsam vonstatten gehe und es somit dann schwer falle, festzustellen, ob der Endzustand bereits eingetreten sei, empfehle sich gewiß eine gewisse Bewegung für die umgebende Luft, um den Endzustand zu beschleunigen und ihn als solchen zu erkennen. Auf der anderen Seite aber brauche jedes Luftteilchen eine gewisse Zeit, um Wärme abzugeben und sich mit Wasserdampf zu beladen; falls also die Luftbewegung so groß sei, daß die Luft in der Hälfte dieser Zeit von der feuchten Kugel fortgeführt werde (mit ihr in Berührung stehe), so werde sie sich nur zur Hälfte mit Wasserdampf zu sättigen vermögen — dies sei jedoch nur ein extremer Fall, gegen den man sich zu schützen vermöge, falls das Experiment einen solchen Einfluß zu erkennen gäbe. Ivory erwähnt auch eine Wärmezufuhr durch den Stiel des Thermometers und die Möglichkeit einer Wärmewirkung der Umgebung. Mit Ausschluß derartiger sekundärer Wärmewirkungen ergab sich für Ivory für den Fall, daß der Stand des feuchten Thermometers stationär ist und jedes Luftteilchen sich durch Berührung mit der feuchten Kugel sättigt und gerade so viel Wärme

abgibt, wie in dem aufgenommenen Wasserdampf an latenter Wärme enthalten ist, folgende Aufgabe: Gegeben eine gewisse Luftmenge unter einem gegebenen Druck von einer gegebenen Temperatur und mit unbekanntem Wasserdampfgehalt; diese soll durch irgendwelche Ursache abgekühlt werden, während gleichzeitig der dem Wärmeverlust entsprechende Wasserdampf zugeführt wird, bis schließlich die ganze Luftmasse bei einer bestimmten Temperatur gesättigt ist; gefragt wird nach der ursprünglichen Dampfspannung. Unter dem einer gewissen Wärmemenge entsprechenden Wasserdampf soll dabei derjenige verstanden werden, der diese Wärmemenge in latenter Form enthält, unter der Annahme, daß die latente Wärme von der Temperatur unabhängig ist.

Von dieser Betrachtung ausgehend, stellte Ivory als erster eine Formel für das Psychrometer in feuchter Luft auf, aus der er in unserer Bezeichnung die folgende Näherungsform ableitete (vgl. S. 594)

$$3. \qquad e = e_1 - \frac{s B}{\sigma \lambda} (t - t_1).$$

Beobachtungen und Experimente zur Prüfung dieser Formel wurden von Ivory nicht angestellt.

Nur wenige Jahre später wurde August,[4]) unabhängig von den Arbeiten seiner Vorgänger, durch Zufall auf die Benutzung eines trockenen Thermometers und eines zweiten Thermometers mit befeuchteter Kugel zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit geführt. Für diese Vorrichtung schlug er die Bezeichnung „Psychrometer" vor. Selbständig entwickelte er die Formel für das Psychrometer, da er erst nachträglich auf die Arbeiten von Gay Lussac und Ivory aufmerksam gemacht worden ist. August entwickelte die Beziehung (vgl. S. 586)

$$4. \qquad (B - e_1) s (t - t_1) + e \sigma s_w (t - t_1) = (e_1 - e) \sigma \lambda$$

und weiter eine Näherungsformel, die nahezu mit der von Ivory gegebenen übereinstimmte und die nach Ersetzung des ersten Faktors durch $B - e$ die Psychrometerformel für unendlich stark bewegte Luft darstellt.

Um die Richtigkeit der Formel zu prüfen, stellte August zahlreiche Vergleiche der mittels des Psychrometers und des Daniellschen Hygrometers bestimmten Werte für den Wasserdampfgehalt der Luft an, die nach einer Verbesserung der ursprünglichen Formel voll befriedigten, da „alle Beobachtungen auf das genügendste" mit der Formel „übereingestimmt haben und um so genauer, je sorgfältiger sie angestellt waren". Über seine spätere Verbesserung der Formel äußert sich August[5]), daß er in diese an Stelle des von Gay Lussac übernommenen konstanten Wertes der latenten Wärme des Wasserdampfes einen von der Temperatur abhängigen ($640 - t_1$ statt 550) eingesetzt habe und „auf eine Formel gekommen" sei, „die noch weit genauer an die Erfahrung sich anschließt als die vorige und auch auf die Gay Lussacschen Versuche sehr gut paßt, was bei der früheren Psychrometerformel nicht der Fall war". Während das Abzugsglied in der Formel 3 auf der rechten Seite nach Einsetzung der Konstanten früher $\frac{0.428 (t - t_1) B}{550}$ lautete, gab ihm August jetzt die Gestalt $\frac{0.558 (t - t_1) B}{640 - t_1}$. August bemerkt dabei, daß er die Entwicklung dieser Formel an einer anderen Stelle mitteilen werde, doch ist es mir nicht gelungen, diese Entwicklung aufzufinden. Betreffs jener Versuche von August, um die Richtigkeit seiner Formel für das Psychrometer zu prüfen, ist zu bemerken, daß die Angaben des Daniellschen Hygrometers für solchen Zweck durchaus unzureichend sind, so daß dieses Instrument heute nur noch als Gegenstand geschichtlicher Bedeutung in physikalischen Sammlungen zu finden ist. Hierauf ist es auch zurückzuführen, daß August einen Einfluß der Stärke der Luftbewegung auf den Stand des feuchten Thermometers durch seine Versuche nicht bestimmt erkannt, vielmehr sich dahin geäußert hat, daß eine durch den Wind hervorgerufene Abweichung nie beträchtlich sei und vielleicht wohl mit in der bei heftigem Wind vermutlichen hygrometrischen Ungleichheit der Luft liege. Da das Psychrometer August seinen Namen verdankt, durch seine Arbeiten weiteren Kreisen erst bekannt wurde und besonders erst durch die von August berechneten Tafeln zur Entnahme der Luftfeuchtigkeit aus den Angaben des Instruments für die regelmäßigen Beobachtungen

brauchbar geworden ist, verdient August gewiß als Vater des Psychrometers angesehen zu werden.

In der Folge ließen die Beobachtungen mit dem Psychrometer bei dem Vergleich mit genaueren gleichzeitigen anderweitigen Bestimmungen des Dampfdrucks, als dies mittels des Daniellschen Hygrometers möglich gewesen war, mehr und mehr die Abhängigkeit der Angaben des Instruments von der Stärke der Luftbewegung erkennen, so daß schon 1831 Belli die Einführung einer Ventilation des Psychrometers vorschlug.

Besonders eingehend beschäftigte sich weiterhin Regnault[6]) mit dem Einfluß der Stärke der Luftbewegung auf den Stand des feuchten Thermometers. Da die Untersuchung dieses berühmten Physikers besondere Bedeutung für die Verwertung des Psychrometers bei den täglichen Beobachtungen der meteorologischen Stationen gewann, indem seine Ergebnisse in weitem Umfang späterhin der Berechnung der Luftfeuchtigkeit zugrunde gelegt wurden, ist es geboten, hier näher auf diese Arbeit einzugehen; dies ist um so mehr der Fall, als einige Irrtümer zu berichtigen sind und ein Hinweis nicht unwichtig erscheint, weshalb Regnault zu keinem befriedigenden Ergebnis gelangt ist und die Aufgabe ungelöst gelassen hat. Sehr auffällig ist zunächst die von Regnault vorangestellte geschichtliche Anführung, daß nach Gay Lussac, der als erster sich die Aufgabe gestellt habe, aus einem trockenen Thermometer und einem zweiten mit befeuchteter Kugel die Feuchtigkeit der Luft zu bestimmen, sich ein deutscher Physiker, M. August, mit dieser Frage beschäftigt und den Versuch gemacht habe, Formeln für die Berechnung der Angaben des Apparats, der den Namen Psychrometer erhalten habe, aufzustellen. Regnault erwähnt hier die zunächst von Ivory geleistete Ableitung der Formel nicht, obgleich August diese ausführlich in derselben Abhandlung[4]) wiedergibt, aus der Regnault die von August gegebene Entwicklung der Formel entnommen hat, um sie in seiner Abhandlung in Frankreich bekannt zu machen — auch daß die Benennung „Psychrometer" von August stammt, wird verschwiegen. Nachdem Regnault die Formelableitung von August ausführlich wiedergegeben und die von diesem benutzten Werte der in die Formel eingehenden Konstanten angeführt hat, insbesondere auch erwähnt hat, daß August für die latente Wärme des Wasserdampfes nachträglich einen anderen Wert eingeführt habe, berichtet Regnault, daß August so die Näherungsformel $e = e_1 - \frac{0.558\,(t - t_1)}{640 - t_1}\,B$ abgeleitet habe, an deren Stelle er nach Einführung etwas abweichender Werte für einige Konstanten das Abzugsglied auf der rechten Seite der Formel gleich $\frac{0.429\,(t - t_1)}{610 - t_1}\,B$ erhalten habe. Angesichts der von Regnault eingeführten geringfügigen Änderungen der Werte der Konstanten muß es überraschen, daß der Zahlenfaktor im Zähler des Abzugsgliedes eine so große Änderung erfahren haben sollte — in der Tat liegt hier ein Versehen Regnaults vor, da die Konstanten von August, wie oben angeführt, den Zahlenfaktor gleich 0.428, nahe gleich dem von Regnault erhaltenen Wert ergeben; das Versehen ist dadurch entstanden, daß August in seiner ersten Abhandlung das Abzugsglied nicht in dieser Form mitgeteilt hat und eine nachträgliche Änderung auch jenes Zahlenfaktors im Zähler aus den oben wiedergegebenen Worten, mit denen er in der zweiten Abhandlung seine neue Formel einführt, nicht hervorgeht. Wenn August gefunden hatte, daß die Erniedrigung des feuchten Thermometers in einem Strom trockener Luft wirklich mit hinreichender Annäherung der Formel 1 entspräche, so glaubte Regnault, da die Formel auf die Stärke der Luftbewegung keine Rücksicht nähme, hieraus folgern zu müssen, daß von einer gewissen Luftbewegung ab die Unterschiede zwischen beiden Thermometern von der absoluten Geschwindigkeit des Luftstroms unabhängig werden müßten. Um diese Frage zu prüfen, berechnete Gay Lussac zunächst mit seinen verbesserten Konstanten die in einem Strom trockener Luft nach Formel 1 zu erwartenden Temperaturerniedrigungen. In der nachstehenden Tabelle 1 sind die von Gay Lussac berechneten und beobachteten Temperaturen des feuchten Thermometers, sowie die von Regnault berechneten zusammengestellt, soweit es sich um Temperaturen des feuchten Thermometers über dem Gefrierpunkt handelt, doch sind die Werte von

Regnault umgerechnet worden, da er für die ganzen Grade des feuchten Thermometers die zugehörigen des trockenen Thermometers berechnet hat, Tabelle I aber die umgekehrte Anordnung aufweist. Hinzugefügt sind die von mir berechneten Werte, die sich in ihrer Berechnung von den übrigen durch die Einführung teilweise neuerer verbesserter Werte der Konstanten (vgl. S. 585) und die Benutzung der Formel 11 statt 1 (für e = 0 und v = ∞) unterscheiden.

Tabelle I.

t	t_1 berechnet (für e = 0)			t_1 beobachtet
	Gay Lussac	Regnault	Großmann	Gay Lussac
9	0.25	0.22	− 0.98 *)	0.39
10	0.85	0.83	0.25	1.03
11	1.35	1.43	0.85	1.67
12	1.95	2.02	1.42	2.30
13	2.55	2.61	1.98	2.93
14	3.25	3.19	2.54	3.56
15	3.85	3.76	3.09	4.18
16	4.35	4.32	3.64	4.80
17	4.95	4.87	4.17	5.42
18	5.55	5.42	4.70	6.04
19	6.05	5.96	5.22	6.66
20	6.65	6.48	5.73	7.27
21	7.15	7.00	6.23	7.88
22	7.75	7.51	6.74	8.49
23	8.35	8.02	7.23	9.10
24	8.75	8.52	7.71	9.70
25	9.25	9.01	8.18	10.30

*) Eisdampf über eisbedeckter Kugel.

Es wurden folgende Versuche angestellt: Luft, die beim Hindurchstreichen durch mit Schwefelsäure getränkte Bimssteinstücke (ponce sulfurique) ihres Wasserdampfes beraubt war, wurde durch Wasseraspiratoren angesogen und in Röhren zunächst an der Kugel des trockenen, dann an der Kugel des feuchten Thermometers vorbeigeführt. Für Unveränderlichkeit und Zuverlässigkeit der abgelesenen Temperaturen wurde in der Weise gesorgt, daß die Thermometer in eine Glasglocke eingeschlossen und diese in ein Gefäß mit Wasser gestellt wurde, das ungefähr die Temperatur der umgebenden Luft besaß und die die Luft leitende Röhre aufnahm, die sie in mehreren Schlangenwindungen nach den Thermometern hinführte. Benutzt wurden ein oder, für größere Luftgeschwindigkeiten, zwei Aspiratoren, bei denen der Wasserausfluß in cbcm pro Minute genau bestimmt werden konnte. Da es **Regnault** nur darauf ankam, festzustellen, wie sich die Temperaturerniedrigung des feuchten Thermometers bei einer Änderung der Luftbewegung verhalte, hat er leider davon abgesehen, die beobachteten Barometerstände mitzuteilen. Seine Versuchsergebnisse sind in Tabelle II wiedergegeben (vgl. S. 590).

Tabelle II.

t	t_1	Wasserausfluß Liter/Min.	t	t_1	Wasserausfluß Liter/Min.
14.66	7.28	0.797	21.48	10.78	0.815
14.73	6.64	1.096	21.50	10.05	1.117
14.93	5.39	1.466	21.63	9.49	1.523
14.96	5.16	1.845	21.70	9.18	1.947
14.96	4.67	3.045	21.70	8.67	3.019
14.96	4.33	5.067	21.70	8.56	3.330

Über das Ergebnis dieser Versuche urteilt **Regnault**: „Man sieht, daß für dieselbe Temperatur t die Temperaturen t_1 stark von der Geschwindigkeit des Luftstroms abhängen. Aus der Formel (vgl. vorstehende Tabelle) ergeben sich für $t = 14.96$, $t_1 = 3.73$ und für $t = 21.70$, $t_1 = 7.36$, diese theoretischen Werte sind also noch niedriger als die bei dem stärksten Wasserausfluß beobachteten.

Man vermag eine ziemlich genaue Vorstellung von dem Gang der gewonnenen Zahlen zu gewinnen, wenn man sie graphisch darstellt. Auf der Abszissenachse trage man die Ausflußgeschwindigkeiten, auf der Ordinatenachse die Temperaturen t_1 ab (nachdem die Werte der beiden Versuchsreihen zunächst gleichmäßig auf die Temperaturen $t = 14.96$ und $t = 21.70$ umgerechnet worden sind). Für $v = 0$ werden wir offenbar $t_1 = t$ haben (?!); dies ist der Punkt, wo die Kurve die Achse der t schneidet. Führt man eine Linie parallel zur V-Achse in einem Abstand, der dem aus der Formel berechneten Werte entspricht, so muß sich diese als eine Asymptote der Kurve darstellen, falls dieser berechnete Wert der Geschwindigkeit einer unendlich großen Ausflußgeschwindigkeit entspricht; aber ich habe mich überzeugt, daß bei Benutzung eines schnelleren Luftstroms als dem in den Versuchen erzeugten, wie er leicht durch eine Wasserdruckmaschine erzeugt werden kann, die Temperatur des feuchten Thermometers sehr erheblich unter die von der Formel verlangte hinabgeht. So habe ich in zwei Versuchen die folgenden Werte erhalten“:

Tabelle III.

t	t_1	t_1 nach Formel	t_1 nach Formel Grossmann	Hinzufügung: Ferner für B = 760 folgt aus 2. AB	A (vgl. S. 584)
18.91	5.39	5.91	5.18	0.493	0.000649
22.95	7.35	– 8.00	7.20	0.488	0.000642

Hiernach war die Formel für **Regnault** als solche abgetan, da sie Werte für t_1 ergab, die zu den Experimenten in keiner ersichtlichen Beziehung standen.

„Die vorangegangenen Versuche lehren, daß es einem Zufall zu verdanken ist, daß die Experimente von **Gay Lussac** Zahlen ergeben haben, die nicht wenig von den aus der Formel abgeleiteten abweichen; da man sehr erheblich abweichende Zahlen bei Benutzung einer anderen Geschwindigkeit des Luftstromes erhalten haben würde.

Wenn aber die Geschwindigkeit des Luftstromes das Sinken des feuchten Thermometers stark beeinflußt, wenn die Luft vollkommen trocken ist, so muß ein solcher Einfluß auch bestehen, wenn die Luft Wasserdampf enthält.“

Zu den Ergebnissen der letzten beiden Versuche von **Regnault** habe ich nebst anderem die Temperaturen t_1 hinzugefügt, die sich aus meiner Formel für unendlich stark bewegte Luft ergeben, wenn der Druck der trockenen Luft gleich 760 mm und die Dampfspannung in der Luft gleich 0 angenommen wird (**Regnault** gibt den Barometerstand und die Dampfspannung der Luft nicht an, rechnet aber mit einem Barometerstand von 760 mm); aus der Formel 2 geht hervor, daß bei gleichbleibenden Werten von e_1, B und t einem größeren Werte von e ein kleinerer Wert von t_1 entsprechen muß, so daß meine Berechnung noch niedrigere Werte für t_1 ergeben haben würde, als sie unter der Annahme $e = 0$ berechnet worden sind. Wir sehen also, daß die richtige Psychrometerformel, wie sie nachfolgend für den Fall unendlich großer Luftbewegung entwickelt werden wird, in Wirklichkeit einen noch etwas tieferen Stand des feuchten Thermometers bei beiden Versuchen von **Regnault** liefert, daß also der von **Regnault** naturgemäß schwer empfundene Widerspruch mit der Formel nicht vorhanden ist. Inwiefern **Regnault** die Forderung stellen konnte, daß die beiden Thermometer in ruhender Luft ($v = 0$) gleich hoch stehen sollten, ist nicht erfindlich, besonders auch in Anbetracht, daß die feuchte Kugel bei seinen Versuchen von absolut trockener Luft umgeben sein sollte. Da jener erste, wohl allein als schwerwiegend empfundene Widerspruch mit der Formel wesentlich darauf zurückzuführen ist, daß die Konstante s für die spezifische Wärme der Luft bei konstantem Druck von **Regnault** mit dem Wert 0.2669

eingeführt worden ist, während ich den später (1861 veröffentlicht) von Regnault experimentell bestimmten Wert 0.2375 benutzen konnte, bietet dieser Fall besonderes Interesse. Wäre Regnault auf Grund seiner Bestimmung dieses neuen Wertes der Konstante s auf seine früheren Versuche mit strömender Luft über die Psychrometerformel zurückgekommen, so wäre ihm der angeführte Widerspruch gegen die Theorie geschwunden und ihm damit dann die richtige Ableitung der Formel für das Psychrometer unbedingt zugefallen. Vielleicht hat Regnault auch irgendwelche Bedenken gegen jene früheren Versuche gehegt. Regnault führte nämlich in einer späteren Abhandlung[7]) für das frühere Abzugsglied $0.000703\ (t - t_1)\ B$ den Ausdruck $0.0006246\ (t - t_1)\ B$ nur mit den Worten ein „substituiert man die Zahlenwerte der Konstanten", ohne diese anzugeben; zu mutmaßen ist, daß er für s an Stelle des früheren Wertes 0.2669 schon nahezu 0.2375 damals eingesetzt hat, da diese Änderung fast genau jenem veränderten Faktor entspricht.

Die weiteren Experimente von Regnault mit dem Psychrometer vermögen für die Theorie des Instruments nichts zu liefern. Meist wurden die nach der Formel berechneten Feuchtigkeitswerte mit den durch Wägung des in der Luft wirklich enthaltenen Wasserdampfes bestimmten Werten (dadurch erhalten, daß man ein bekanntes Volumen der feuchten Luft durch Röhren mit Wasserdampf aufnehmender Substanz streichen läßt und die Gewichtszunahme bestimmt) verglichen, zum Teil aber die Luftfeuchtigkeit durch Vergleich mittels des von Regnault erfundenen Kondensations-(Taupunkts-)Hygrometers bestimmt. Dem von Regnault gewonnenen Ergebnis entnehmen wir:

„Die Formel $e = e_1 - \frac{0.429\ (t - t_1)}{610 - t_1}\ B$ liefert im Freien etwas zu hohe Dunstspannungen, ein etwas größerer Faktor im Zähler würde richtigere Werte ergeben. Der Faktor 0.480 gewährt eine fast vollkommene Übereinstimmung zwischen den Angaben des Psychrometers und den anderweit bestimmten Werten für relative Feuchtigkeiten über 40%, bei kleineren relativen Feuchtigkeiten ergibt dieser Faktor aber zu kleine Werte — hiernach scheint der Faktor im Zähler von $t - t_1$ abzuhängen, was offenbar damit zusammenhängt, daß die Luft mehr Wasserdampf von der feuchten Kugel fortführt, wenn sie sehr trocken ist, als wenn sie sich ihrer Sättigung mit Wasserdampf nähert. Für geschlossene Räume müßte man einen erheblich größeren Faktor wählen."

Von der Aufstellung einer neuen Psychrometerformel sah Regnault ab, da ihm die in diese eingehenden Konstanten nicht hinreichend sicher erscheinen; besonders stellte er sich die Aufgabe, den Wert der Verdampfungswärme des Wassers experimentell neu zu bestimmen, da dieser für die in die Formel eingehenden niedrigen Drucke noch nicht untersucht worden sei, indem seine bisherigen Untersuchungen Drucke unter $^1/_{50}$ Atmosphäre nicht betroffen hätten. Jedenfalls sei der Nachweis geliefert, daß die Theorie des Instruments nicht so einfach sei, wie man es allgemein annehme, und daß damit sehr viele Experimente unter den verschiedensten Verhältnissen erforderlich seien, behufs Feststellung, ob sich eine einheitliche Formel für das Psychrometer aufstellen lasse, um dieses wirklich zu einem brauchbaren Instrument für die Meteorologie zu machen.

Sein Hauptbedenken gegen die von August gegebene Ableitung, die hierin mit der oben besprochenen von Gay Lussac übereinstimmt, besteht darin, daß die ganze Luft, die ihre Wärme an die Kugel abgibt, sich auf die Temperatur der feuchten Kugel abkühlen und mit Wasserdampf sättigen soll; Regnault erachtet dies nicht als wahrscheinlich.

In seiner späteren Abhandlung[7]) vom Jahre 1853 gab Regnault (vgl. Tab. IV) die Formel in der angeführten Näherungsform $e = e_1 - 0.0006246\ (t - t_1)\ B$. Sein Bestreben ist darauf gerichtet, an Stelle dieses nach der Theorie von August zu fordernden Zahlenfaktors auf der rechten Seite der Gleichung durch zahlreiche Experimente Faktoren zu ermitteln, die aus den Angaben des Psychrometers richtige Werte für die Luftfeuchtigkeit ableiten lassen; um diese bei den Versuchen genau zu ermitteln, wurde meist wieder die oben angeführte Methode der Wägung des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes gewählt. Als Werte für diesen Faktor A wurden bestimmt:

in einem kleinen verschlossenen Zimmer.	0.00128
„ „ großen verschlossenen Saal	0.00100
„ demselben Saal, als zwei gegenüberstehende Fenster geöffnet waren	0.00077
„ einem großen, viereckigen, von hohen Gebäuden umgebenen Hof, das Psychrometer gegen Norden (Pyrenäen)	0.00074
im Hofe des Wirtshauses von Taverne aux Eaux-Bonnes . . .	0.00090.

Regnault gelangte zu den folgenden Ergebnissen: 1. Daß die Gültigkeit für Psychrometerbeobachtungen in eingeschlossener oder freier Luft bewiesen sei, wenn das Instrument gegen Wind und direkte Sonnenstrahlen gehörig geschützt sei und daß diese daher in unseren Klimaten die verschiedenen Feuchtigkeitszustände der Luft mit hinreichender Genauigkeit angeben, sobald man für jede Örtlichkeit den Wert des Faktors A durch direkte Versuche sorgfältig bestimmt habe. 2. Daß seine Angaben nicht mit einer einzigen Formel berechnet werden können, falls das Psychrometer an einem Ort aufgestellt ist, wo es gewissen Winden direkter als anderen ausgesetzt ist. 3. Daß das Psychrometer in der Sonne mit derselben Formel wie für den Schatten berechnet werden könne, wenn nur die Wasserzufuhr zur feuchten Kugel groß genug sei. 4. Daß das Psychrometer bei Temperaturen unter Null oder sehr wenig über Null immer weniger empfindlich werde, in dem Maße, wie die Temperatur sinke. Der Standpunkt wird dahin zusammengefaßt, daß es unnütz erscheine, eine Formel aufzusuchen, die die psychrometrischen Beobachtungen besser als die vereinfachte Augustsche darstelle, da die Angaben des Instruments offenbar durch örtliche und zufällige Umstände beeinflußt würden, die die Rechnung nicht in Betracht ziehen könne; das Psychrometer müsse als ein empirisches Instrument betrachtet werden, wie das Saussuresche Haarhygrometer, vor dem es den Vorzug habe, weniger leicht veränderlich zu sein, wogegen seine Angaben aber von örtlichen Umständen stärker abhängig seien als die des Haarhygrometers. Es sei zu wünschen, daß die Beobachter sich von dieser Wahrheit überzeugten, damit sie nicht fortführen, Instrumente zu beobachten, deren Angaben keine Sicherheit besäßen, und somit zweifelhafte Beobachtungen häuften, die den Fortschritten der Meteorologie mehr schädlich als nützlich seien. Bleibe man dabei, sich des Psychrometers zu bedienen, so werde man zweckmäßig das Instrument an einem sehr geräumigen, aber durch umgebende Gebäude geschützten Ort aufstellen, um die Thermometer gegen die direkte Wirkung des Windes zu schützen. Für den gewählten Ort müsse man mittels des Kondensations-Hygrometers oder durch direkte Wägung des Wasserdampfes den Faktor A der Formel

5. $$e = e_1 - A\,(t - t_1)\,B$$

bestimmen.

Wäre Regnault von der aus seinen Versuchen gewonnenen Überzeugung, daß das feuchte Thermometer bei den erreichten Luftgeschwindigkeiten tiefer sinke, als es die Augustsche Theorie fordere, frei geblieben, so würde er die Bedeutung dieser Formel erkannt und die Abhängigkeit des Faktors A von der Stärke der Luftbewegung zu bestimmen versucht haben. Dann würde er von der Aufsuchung lokaler Werte des Faktors abgesehen und vor allem auch bemerkt haben, daß der Faktor A gerade bei kleinen Geschwindigkeiten der Luft am stärksten veränderlich ist und seine Behauptung nicht zutrifft, daß der Thermometerunterschied $t - t_1$ von der Luftgeschwindigkeit wenig beeinflußt werde, solange diese unter 5 m/sek bleibe (tant qu'elle correspond à un parcours de 5 mètres par seconde). Er würde der von Belli vorgeschlagenen Benutzung eines konstanten Luftstroms zugestimmt haben.

Die im übrigen guten Ratschläge von Regnault für die Art der Benutzung des Psychrometers sind dabei leider auch unbeachtet geblieben, so daß in der Tat jahrelange Beobachtungen mit diesem Instrument angestellt worden sind, die ganz gewiß keinen allzu großen Wert besitzen. Eine sehr große Verbreitung haben die Jelinekschen Psychrometertafeln (5. Auflage 1903) gefunden, die ebenso wie diejenigen von Wild, Guyot u. a. auf der von Regnault durch Versuche erhaltenen

Formel (s. oben — abgeänderte Augustsche) beruhen, in der das Abzugsglied für wasserbedeckte Kugel $\frac{0.480\,(t - t_1)\,B}{610 - t_1}$ lautet, und die A = 0.000787 liefert. Erst in den letzten Jahren ist man mehr und mehr dazu übergegangen, für eine konstante Ventilation des feuchten Thermometers durch Einführung eines Aspirators zu sorgen.

Die Theorie des Psychrometers gilt aber noch als ungelöst und das Psychrometer in Übereinstimmung mit Regnault als ein bloßes empirisches Instrument gleich dem Haarhygrometer, und bereits ist man teilweise zu diesem Instrument zurückgegangen, entsprechend dem Ausspruch von Saussure, daß man allmählich wieder zu dem Haarhygrometer zurückkehren werde (Jelineks Psychr. Tafeln, 5. Aufl. S. XI).

Da das feuchte Thermometer in einer und derselben feuchten Luft bei konstant erhaltenen verschieden starken Belüftungen in jedem Falle einen konstanten Stand erreicht und sich zwar um so tiefer einstellt, je stärker die Luftbewegung ist, so kann anderseits auch die Luftfeuchtigkeit nicht allgemein aus den Angaben des Psychrometers berechnet werden, wenn die Rechnung auf die Stärke der Luftbewegung keine Rücksicht nimmt. Welchen Wärmegleichgewichtszustand stellt denn nun die Formel von August dar? Die Antwort hierauf ist bereits in meiner Abhandlung vom Jahre 1889 enthalten, wenn sie dort auch nicht ausgesprochen worden ist. An der Hand von Experimenten von Sworykin[3]) ist nachgewiesen worden, daß die Psychrometerkonstante A, wenn ein Luftstrom von unendlich großer Geschwindigkeit die Kugel des feuchten Thermometers trifft, dem von der

Tabelle IV.

	Gay Lussac	August	Regnault	Werte in dieser Abhandlung
	Konstanten			
s	0.2669	0.2669	0.2669	0.2375 [1])
s_w [2])	—	0.2847	0.2669	0.48
σ	$^5/_8$	0.6235	0.622	0.622
λ	550	a. 550 b. $640 - t_1$	$610 - t_1$	$606.5 - 0.7\,t_1$
	Faktoren in der Formel, hieraus berechnet:			
$\frac{s}{\sigma \lambda_0}$	0.000776	a. 0.000778 b. 0.000669	a. 0.000703 b. 0.0006246 [3])	0.000630 ($v = \infty$)
$755 \frac{s}{\sigma \lambda_0}$	0.586	a. 0.558 b. 0.505	a. 0.531 b. 0.472	0.475 ($v = \infty$)
$\frac{s}{\sigma}$	0.427	0.428	a. 0.429 b. 0.381	0.382 ($v = \infty$)

Aus der Erfahrung gewonnenes Abzugsglied in der Formel und hieraus berechnete Faktoren:

				Aspirations-Psychrometer-Tabelle
Abzugsglied	—	$\frac{0.558\,B}{640 - t_1}$	$\frac{0.480\,B}{610 - t_1}$ [4])	$\frac{1}{2}(t - t_1)\frac{B}{755}$ [5])
$\frac{s}{\sigma \lambda_0}$	—	0.000872	0.000787	0.000662
$755 \frac{s}{\sigma \lambda_0}$	—	0.658	0.594	0.5

[1]) Nach Wiedemann (1876) 0.2389.

[2]) Die Konstante s_w fällt in den Näherungswerten, die die Formel liefert, fort.

[3]) Diesen Wert für s hat Regnault 1853 als aus der Formel stammend angegeben.

[4]) Das Abzugsglied in der Form, wie es den Jelinekschen Psychrometer-Tafeln zugrunde liegt.

[5]) Das Abzugsglied in den Aspirations-Psychrometer-Tafeln.

verbesserten Augustschen Formel verlangten Wert zustrebt, und diese damit für den besonderen Fall gilt, daß das feuchte Thermometer in der jeweils vorhandenen Umgebung seinen tiefstmöglichen Stand, entsprechend dem Grenzfall sämtlicher möglichen Wärmegleichgewichtsfälle, erreicht hat. Führt man diese Bedingung bei der Ableitung der Psychrometerformel hinzu, so gelangt man zu derjenigen von August, in deren Ableitung sich nämlich eine Annahme befindet, die nur für jenen Grenzfall zutrifft. Diese Annahme von August ist bereits von Regnault als unzutreffend angesehen bezeichnet worden, ohne daß bisher ihre Gültigkeit für jenen besonderen Fall des niedrigst möglichen Standes des feuchten Thermometers erkannt worden ist.

Als Abschluß der geschichtlichen Anführungen sind in vorstehender Tabelle IV die von Gay Lussac, August und Regnault sowie jetzt von mir benutzten Werte der Konstanten, die mit diesen Werten berechneten nebst den aus der Beobachtung abgeleiteten Faktoren des Abzugsgliedes der Formel und einige besondere Formen des Abzugsgliedes der Formel (3 und 5) zusammengestellt worden; die Faktoren und Abzugsglieder beziehen sich, mit alleiniger Ausnahme derjenigen für die Aspirations-Psychrometertafeln, durchweg nur auf die wasserbedeckte Kugel, während bei den übrigen für die eisbedeckte Kugel die Änderung vorzusehen ist, daß λ um 79 Einheiten größer wird.

A. Ableitung der Psychrometerformel unter Anlehnung an August.

August ging von der Annahme aus, daß sich in der Umgebung der feuchten Kugel eine Schicht befinde, die man beliebig klein annehmen könne, in der die Luft von der Temperatur t der Umgebung auf die Temperatur t_1 der feuchten Kugel abgekühlt sei und deren Wasserdampfspannung von derjenigen e der Umgebung auf die der Temperatur t_1 entsprechende Maximalspannung e_1 angewachsen sei, so daß diese Schicht also bei der Temperatur t_1 mit Wasserdampf von der Spannung e_1 gesättigt sei; von den drei in dieser unmittelbaren Umgebung der feuchten Kugel enthaltenen Bestandteilen, der trockenen Luft, dem in dieser bereits vorher enthaltenen Wasserdampf und dem von der feuchten Kugel verdampften Wasserdampf wird angenommen, daß die ersten beiden ihre Wärme bei der Bildung des dritten hergegeben haben — die Gleichsetzung dieser Wärmemengen ergibt dann die Augustsche Formel, also in derselben Weise, wie wir dies bei der Entwicklung der Formel von Gay Lussac gesehen haben. Ebenso wird der Druck der trockenen Luft in dieser Umgebung der feuchten Kugel gleich $B - e_1$ angesetzt, wo B den Barometerstand bezeichnet. Die Annahme von August setzt in der Tat etwas voraus, was im allgemeinen nicht der Fall sein wird, daß nämlich dieselbe Masse der ursprünglichen feuchten Luft jene Abkühlung und jene Sättigung erfahren werde. Das Wärmemengengleichgewicht muß bestehen, schließt aber jene Forderung nicht ein. Und in der Tat vermag das Ergebnis von August nicht die allgemeine Lösung der Aufgabe darzustellen, da wir aus der Erfahrung wissen, daß das feuchte Thermometer, abhängig von der Stärke der Luftbewegung in seiner Umgebung, verschiedene Gleichgewichtslagen einnimmt. In meiner Abhandlung vom Jahre 1889 habe ich bereits gezeigt, wie man zu einer allgemeinen Formel unter der Annahme gelangen könne, daß die jene Wärme spendenden und jenen Wasserdampf aufnehmenden Luftmassen verschiedene seien, und es war mir unter Zurückgreifen auf Experimente von Sworykin schließlich gelungen, eine durch jene Versuche vollbestätigte allgemeine Formel unter Einbeziehung der Stärke der Luftbewegung aufzustellen.

An Stelle der damals von mir gegebenen Betrachtung möge hier eine etwas andere gegeben werden, die sich dem Vorgang einer an der feuchten Kugel mit gleichbleibender Geschwindigkeit vorbeiströmenden Luft, wie wir sie bei den aspirierten Thermometern haben, besser anpaßt. Die Vorstellung, daß die Kugel von konzentrischen Schichten gesättigter und abgekühlter Luft umgeben werde, soll aufgegeben werden, da sie für diesen Vorgang nicht zutrifft. Wir betrachten den Fall, daß ein gleichmäßiger Strom feuchter Luft an der befeuchteten Kugel vorbeiströmt und das feuchte Thermometer seinen Stand nicht mehr ändert, also ein

Wärmegleichgewicht eingetreten ist. Von dieser vorbeiströmenden Luftmasse wird dann in der Zeiteinheit eine bestimmte Wärmemenge an die feuchte Kugel abgegeben und Wasserdampf in bestimmter Menge aufgenommen. Wenn sich diese Luftmasse auf t' ($t' > t_1$) abkühlt, so können wir dies rechnerisch so auffassen, als ob ein Teil der vorbeistreichenden Luft sich auf t_1 abkühle und der übrige unveränderte Temperatur behalte — und ebenso können wir, falls die vorbeistreichende Luftmasse ihren Wasserdampf auf e' ($e' < e_1$) erhöht, dieses rechnerisch so auffassen, daß nur ein Teil dieser Luftmasse Wasserdampf aufgenommen habe und dessen Spannung von e auf e_1 steigt, während der übrige Teil keine Änderung seines Wasserdampfgehalts erfährt. Bezeichnen wir die in dem sich von t auf t_1 abkühlenden Teil der in der Zeiteinheit vorbeistreichenden feuchten Luft enthaltene trockene Luft mit m und entsprechend die in dem seinen Wasserdampfgehalt von e auf e_1 erhöhenden Teil dieser feuchten Luft enthaltene Masse trockener Luft mit m_1, so stellen diese Größen m und m_1 eindeutig definierte, bestimmte Größen dar, die für den betreffenden physikalischen Vorgang als konstant anzusehen sind. Wir bezeichnen ferner den Druck der trockenen Luft mit b und halten daran fest, daß dieser Teil des am Barometer abgelesenen Luftdrucks B unverändert auch in der feuchten Luft, die an der Thermometerkugel vorbeigestrichen ist, herrscht. (Die früheren Ableitungen, wie auch meine von 1889, machen den Unterschied zwischen dem Druck der trockenen Luft $B - e$ in der weiteren Umgebung und demjenigen in der Nähe der feuchten Kugel $B - e_1$, wobei übersehen worden ist, daß der Gesamtdruck B in der Nähe der Kugel ein anderer geworden ist, also auch B_1 statt B für den Gesamtdruck in der Umgebung der Kugel gesetzt werden müßte.)

Führen wir dieselben Bezeichnungen wie oben bei Gay Lussac ein und außerdem s_w als Bezeichnung für die spezifische Wärme des Wasserdampfes bei konstantem Druck, so berechnet sich die Wasserdampfmasse von der Spannung e, die der Masse m der trockenen Luft beigemengt ist, auf $\frac{m e \sigma}{b}$, die von der feuchten Luft bei ihrer Abkühlung auf t_1 abgegebene Wärmemenge also auf

$$m s (t - t_1) + \frac{m e \sigma}{b} s_w (t - t_1) = m (t - t_1)\left(s + \frac{e \sigma}{b} s_w\right).$$

Die Masse trockener Luft m_1 enthielt ursprünglich bei dem Dampfdruck e die Dampfmasse $\frac{m_1 e \sigma}{b}$ und nach ihrem Vorbeistreichen an der Kugel $\frac{m_1 e_1 \sigma}{b}$ beigemengt, hat also die Dampfmasse $\frac{m_1 e_1 \sigma}{b} - \frac{m_1 e \sigma}{b}$ aufgenommen; da die Masseneinheit λ Wärmeeinheiten (Kalorien) zur Verdampfung erfordert (bei der Verdampfung bindet), beanspruchte diese die Wärmemenge $\frac{m_1 \sigma}{b}(e_1 - e)\lambda$. Die beiderlei Wärmemengen müssen einander im Zustand des Wärmegleichgewichts gleich sein, so daß man die Bezeichnung gewinnt

$$6. \qquad m (t - t_1)\left(s + \frac{e \sigma}{b} s_w\right) = \frac{m_1 \sigma}{b}(e_1 - e)\lambda .$$

Diese stimmt mit der obigen Formel 4. von August genau überein, wenn wir für b den unrichtigen Wert $B - e_1$ setzen und $m = m_1$ annehmen.

Führen wir den Barometerstand durch die Bezeichnung $b = B - e$ ein, so erhalten wir aus 6. die allgemeine Psychrometerformel

$$7. \qquad e = e_1 - \frac{m}{m_1} \frac{B s}{\sigma \lambda_1} (t - t_1)\left(1 + \frac{e \sigma s_w}{(B - e) s}\right)\left(1 - \frac{e}{B}\right).$$

Führen wir die weiter ein:

$$8. \qquad \left|\begin{array}{l} \varepsilon = \left(1 + \frac{e \sigma s_w}{(B - e) s}\right)\left(1 - \frac{e}{B}\right). \\ \lambda_1 = \lambda_0 \, r_1 \\ A = \frac{m}{m_1} \frac{s}{\sigma \lambda_0} \frac{\varepsilon}{r_1}. \\ A_0 = A_{t_1 = 0} = \frac{m}{m_1} \frac{s \varepsilon}{\sigma \lambda_0}, \end{array}\right.$$

so folgt

9. $$e = e_1 - A\,B\,(t - t_1) = e_1 - A_0\,B\,(t - t_1)\,\frac{1}{\varepsilon_1}.$$

Die in diese Formeln eingehenden Konstanten besitzen die folgenden Werte:

	Wasserbedeckte Kugel	Eisbedeckte Kugel
λ_0	606.5	685.5
ε_1	$1 - 0.00115\,t_1$	$1 - 0.00101\,t_1$
$\frac{s}{\sigma \lambda_0}$	0.000630	0.000557

Tabelle V.

Werte von ε

B	e: 5 mm	10 mm	15 mm	20 mm
600	1.00214	1.00428	1.00643	1.00857
650	198	395	594	791
700	183	367	550	734
720	178	357	536	714
740	173	348	521	695
760	169	338	507	6.7
780	165	330	494	659

Tabelle VI.

$\log \frac{1}{\varepsilon}$

t		Δ für 0.1°	t		Δ für 0.1°
0	0.000000		10	0.005023	
		50.0			50.6
1	0500		11	5529	
		50.0			50.6
2	1000		12	6035	
		50.1			50.7
3	1501		13	6542	
		50.1			50.7
4	2002		14	7049	
		50.2			50.8
5	2504		15	7557	
		50.3			50.8
6	3007		16	8065	
		50.3			50.9
7	3510		17	8574	
		50.4			51.0
8	4014		18	9084	
		50.4			51.0
9	4518		19	0.009594	
		50.5			51.1
10	5023		20	0.010105	

Die Formel 7, in der meist näherungsweise $\varepsilon = 1$ gesetzt werden darf, gestattet die Luftfeuchtigkeit zu berechnen, wenn das Verhältnis $\frac{m}{m_1}$ bekannt ist, und entspricht, je nach seinem jeweiligen Wert den verschiedenen Ständen, die das feuchte Thermometer erfahrungsgemäß als unveränderliche Einstellungen zeigen kann, wenn die Luftbewegung verschiedene, aber jeweils konstante Werte annimmt. Über den Wert dieses Verhältnisses müssen wir uns klar werden. Für den Fall $m = m_1$ stammt die ganze zur Sättigung mit Wasserdampf erforderliche Wärmemenge von einer gleich großen Luftmasse her, die sich gesättigt hat. Die durch ihren

Gehalt m an trockener Luft gemessene Luftmasse, die ihre Wärme abgibt und sich auf t_1 abkühlt, kann nicht kleiner als die Luftmasse m_1 sein, da der Temperatur t_1 der Sättigungsdruck e_1 entsprechen soll und sie somit nicht so viel Wärme abgegeben haben könnte, daß die größere Luftmasse m_1 sich gesättigt haben würde; der Fall $m < m_1$ ist also unmöglich. Dagegen ist der Fall, daß eine größere Luftmasse m sich auf t_1 abkühlt und nur eine kleinere Luftmasse mit Wasserdampf gesättigt wird, ein durchaus möglicher, dem kein Widerspruch begegnet; die rechnungsmäßig auf t_1 abgekühlte Luft hat sich dann nur zu einem Teil mit Wasserdampf gesättigt.

Es ergibt sich also, daß $\frac{m}{m_1} \geq 1$ sein muß. Eine weitere Überlegung läßt an der Hand der Gleichung 7 entnehmen, daß bei gleichbleibenden Werten von e und B die sogenannte psychrometrische Differenz $(t - t_1)$ mit sinkendem Wert von $\frac{m}{m_1}$ wachsen muß und somit ihren größten Wert für $m = m_1$ erreicht. Führen wir also die Forderung ein, daß das feuchte Thermometer seinen niedrigst möglichen Stand einnehme, so erhalten wir für diesen Fall theoretisch $\frac{m}{m_1} = 1$, womit dann die Formel 7. in die verbesserte Augustsche Formel übergeht. Da der niedrigstmögliche Stand des feuchten Thermometers aber der stärksten Belüftung des feuchten Thermometers entspricht, wie noch nachfolgend an der Hand verschiedener Versuchsreihen nachgewiesen werden soll, so hat sich ergeben, daß die verbesserte Formel von August die Lösung der Aufgabe für den Fall des tiefstmöglichen Standes des feuchten Thermometers und damit für unendlich starke gleichmäßige Belüftung der feuchten Kugel darstellt; bei allen übrigen Wärmegleichgewichtslagen, die bei geringerer Stärke der Belüftung auftreten, ist $\frac{m}{m_1} > 1$.

Bezeichnen wir mit $A_0^{(\infty)}$ den Wert, den A_0 für $v = \infty$ annehmen soll, so ist die Beziehung (vgl. 8.)

10.
$$\begin{cases} A_0 = \frac{m}{m_1} \frac{s\,\varepsilon}{\sigma\,\lambda_0} = A_0^{(\infty)} \frac{\mathfrak{A} + \mathfrak{B} v}{1 + \mathfrak{B} v} \\ \text{wo } A_0^{(\infty)} = \frac{s\,\varepsilon}{\sigma\,\lambda_0} \end{cases}$$

in der $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ positive Konstante darstellen, die von der Stärke der Belüftung und der Beschaffenheit des Gefäßes des feuchten Thermometers abhängen, die einfachste und wahrscheinlichste, die wir für die Abhängigkeit der Psychrometerkonstante A_0 von v annehmen können. Für $v = \infty$ nimmt der Bruchfaktor den Wert 1 an, dem er sich asymptotisch nähert, und A_0 erreicht damit seinen kleinsten Wert $A_0^{(\infty)}$, während die Beziehung für $v = 0$ den größten Wert $A_0^{(\infty)} \mathfrak{A}$ von A_0 für ruhende Luft ergibt, der in sehr hohem Grade von dem Thermometergefäß abhängig ist.

Diese Formel habe ich seinerzeit (1) der Berechnung der Versuche von Sworykin (8) zugrunde gelegt und eine vollkommene Anpassung der Versuche innerhalb der zufälligen Abweichungen an die Formel gefunden, wie in meiner Abhandlung zu ersehen ist. Sworykin beobachtete die Angaben eines Psychrometers mit großen kugelförmigen Gefäßen ($r = 5$ mm) und eines anderen mit zylindrischen Gefäßen (etwa 8 mm lang und 4 mm im Durchmesser) in strömender, durch einen Ventilator angetriebener, Luft von bekannter Feuchtigkeit bei verschiedenen, von 0 bis 3.3 m/sek ansteigenden Geschwindigkeiten; er legte der Berechnung seiner Versuche die Formel

$$A = \mathfrak{C} + \mathfrak{D} \frac{1}{\sqrt{v}} + \frac{\mathfrak{E}}{v}$$

zugrunde, führte also drei unabhängige Konstante $\mathfrak{C}$, $\mathfrak{D}$ und $\mathfrak{E}$ ein, während ich nur zwei solche brauche, um die Abhängigkeit der Psychrometerkonstante A_0 von der Luftgeschwindigkeit zum Ausdruck zu bringen; die Übereinstimmung der Versuche war trotz der größeren Zahl der Konstanten von Sworykin keine befriedigende, und vor allem entspricht diese Beziehung von vornherein nicht den

Anforderungen, da sie für v = 0 in ruhender Luft den Wert ∞ für A ergibt, der sich mit der Erfahrung nicht im Einklang befindet. Aus den beiden Versuchsreihen berechnete ich die folgenden Konstanten für die beiden Psychrometer:

$$\mathfrak{A} = \begin{matrix} 1.7172 \\ \mathfrak{B} = 0.022011 \end{matrix} \Big\} \begin{matrix} 1.3176 \\ 0.01886 \end{matrix} \text{ (v in cm/sek)}$$

und mit diesen die in Tabelle VII zusammengestellten Werte von A_0 und 755 A_0 für beide Psychrometer.

Tabelle VII.

v	A_0		755 A_0	
m/sek	I	II	I	II
0	0.001810	0.000830	0.816	0.627
0.16	0.000964	787	728	594
0.85	787	706	594	533
1	771	699	582	528
2	713	672	538	507
3	689	660	520	498
4	676	653	510	493
5	667	649	504	490
6	661	646	499	488
10	649	640	490	483
∞	630	630	476	476

Tabelle VIII.

	Wasserausfluß Liter/Min.	B A_0 aus t und t_1 berechnet	Abweichung des aus der Formel berechneten B A_0 von dem nebenstehenden Wert a	b
I.	0.797	1.017	+ 0.171	+ 0.008
	1.096	0.888	— 0.060	—
	1.466	0.720	— 0.008	— 0.006
	1.845	0.662	0.000	+ 0.005
	3.045	0.609	— 0.004	— 0.002
	5.067	0.576	+ 0.002	0.000
II.	0.815	0.881	+ 0.013	(+Zeichen
	1.117	0.784	— 0.003	bedeutet
	1.523	0.712	— 0.001	einen
	1.947	0.677	— 0.004	höheren
	3.019	0.629	— 0.001	Wert aus
	3.330	0.619	+ 0.002	d. Formel)

Diese Tabelle VII zeigt, in wie hohem Grade sich der Faktor A des Abzugsgliedes bei niedrigen Windgeschwindigkeiten ändert und wie diese Änderung mit zunehmender Windgeschwindigkeit abnimmt; sie zeigt auch, daß die Psychrometerkonstanten der beiden Psychrometer mit abnehmender Belüftung stark voneinander abweichen — für v = 0 ist der Wert in ruhender Luft mehr als zweimal so groß für das Thermometer mit großer Kugel, als für dasjenige mit kleinen zylindrischen Gefäßen. Bei dem ersteren wird der den Jelinekschen Tafeln (9) zugrunde liegende Wert schon bei einer Windgeschwindigkeit von 0.85 m/sek, bei dem zweiten aber bereits bei einer solchen von 0.16 m/sek erreicht — geht die natürliche Belüftung der Psychrometer über diese Beträge hinaus, so ergeben die Jelinekschen Psychrometertafeln zu kleine, andernfalls aber zu große Werte. Für das Aßmannsche Aspirationspsychrometer[11]), das einen konstanten Luftstrom von 2.1 bis 2.4 m/sek Geschwindigkeit der Belüftung der feuchten Kugel erzeugt, ist von Sprung[10]) die Konstante 755 A für wasserbedeckte Kugel (ohne Berücksichtigung der Abhängigkeit von λ von der Temperatur) gleich $^1/_2$ gefunden worden, ein Wert, der dem Psychrometer mit kleinerem zylindrischen Gefäß gut entspricht, bei demjenigen mit größerem Kugelgefäß aber erst bei wenig unter 6 m/sek Geschwindigkeit eintreten würde; für dieses Thermometer würde sich bei der Ventilation des Aßmannschen Aspirations-Psychrometers eine um etwa 5 bis 6% größere Konstante ergeben. Die für das Aßmannsche Aspirations-Psychrometer berechneten Aspirations-Psychrometertafeln[12]) würden also für das zweite Psychrometer von Sworykin richtige Feuchtigkeitswerte, für das erstere aber etwas zu große Werte (die Jelinekschen Tafeln zu kleine) bei dieser Stärke der Belüftung ergeben.

Um die Abhängigkeit des Psychrometerfaktors A von der Windgeschwindigkeit noch weiter zu prüfen, sind die angeführten Experimente von Regnault (Tab. II), jetzt von mir nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet worden, bei denen durch ausfließendes Wasser angesogene Luft an der feuchten Thermometerkugel vorbeistrich. Das Rechnungsergebnis findet sich in Tab. VIII.

Da die Berechnung des ersten Experiments ergab, daß die zweite Beobachtung stark abwich, wurde die Berechnung unter Fortlassung dieser zweiten Beobachtung wiederholt. Die Zusammenstellung (Tab. VIII) zeigt, daß der Verlauf der aus den Psychrometerablesungen berechneten Werte B A_0 sehr gut der Formel ent-

spricht, die die Abhängigkeit der Psychrometerkonstante von der Windgeschwindigkeit darstellt; mit zunehmender Ausflußgeschwindigkeit nähert sie sich asymptotisch einem unteren Grenzwert.

Es ergaben sich die folgenden Formeln für diese Abhängigkeit:

$$(BA_0)_{Ia} = 0.544 \frac{0.5019 - 1.783\,v}{1 - 1.783\,v}$$

$$(BA_0)_{Ib} = 0.536 \frac{0.1530 - 2.421\,v}{1 - 2.421\,v}$$

$$(BA_0)_{II} = 0.555 \frac{0.706 + 2.586\,v}{4.66\,v - 1}$$

Für kleine Werte der Ausflußmenge versagen diese Ausdrücke — $(B A_0)_{II}$ wird sogar negativ für $v = 0$ —, aber für den in Betracht kommenden Bereich schließen sie sich den beobachteten Werten vollkommen an. Weshalb hier negative Faktoren 𝔄 und 𝔅 in dem Ausdruck für $B A_0$ auftreten, läßt sich nicht beurteilen; mutmaßlich ist der Grund teilweise darin zu suchen, daß der Druck in der Umgebung der Kugeln bei diesem teilweise starken Ansaugen der Luft erheblich geringer als in der umgebenden Luft ist, wie Sworykin solches direkt beobachtet hat.

In dieser Beziehung verdient das Ergebnis meiner Berechnung (Tab. IX) der bereits oben angeführten Versuche von Gay Lussac (Tab. I) über das Verhalten des Thermometers in einem ebenfalls angesogenen trockenen Luftstrome Interesse, als auch hier eine nur durch Nebenumstände erklärliche Erscheinung auftritt, daß nämlich die Werte A_0 mit wachsender Temperatur ständig, und zwar offenbar gesetzmäßig, ansteigen, was andernfalls nicht möglich wäre. Bei diesen Versuchen von Gay Lussac müssen jedenfalls besondere Ursachen mitgewirkt haben, um ein solches Ergebnis zu zeitigen — nicht völliges Austrocknen der Luft, ungenügende Konstanz der Temperatur, vielleicht auch eine Abnahme der Geschwindigkeit des angesogenen Luftstroms, außerdem eine Abhängigkeit des Druckes in der Umgebung der feuchten Kugel von der Strömungsgeschwindigkeit. Bei den Versuchen von Sworykin wurde ein Ventilator mit schräggestellten Schaufeln benutzt und die Strömungsgeschwindigkeit der Luft durch ein Anemometer gemessen; Druckänderungen in der Umgebung der feuchten Kugel sind nicht beobachtet worden, während Sworykin bei einer Versuchsanordnung ähnlich derjenigen von Regnault, wo die Luft aber nicht durch die Entleerung von wassergefüllten Zylindern, sondern durch Luftpumpen angesogen wurde, in der Umgebung der feuchten Kugel den Druck bei vier Versuchen mit wachsender Luftgeschwindigkeit gleich 749.5, 739, $712^1/_2$ und $707^1/_2$ mm bei Barometerständen von 759, 759, 749 und 748 feststellte, so daß die Unterschiede 9.5, 20, $36^1/_2$ und $40^1/_2$ mm betragen haben! Der theoretisch für den niedrigstmöglichen Stand des feuchten Thermometers geforderte Wert $A_0^{(\infty)}$ steht mit allen Versuchen mit dem Psychrometer in vollem Einklang, indem sich niemals kleinere Werte für A_0 ergeben haben. Ebenso darf behauptet werden, daß die von mir eingeführte Beziehung für die Abhängigkeit des Psychrometerfaktors A_0 von der Stärke der Belüftung durch meine Berechnung der Versuche von Sworykin voll bestätigt worden ist und auch mit den anderen angeführten Versuchen im Einklang steht.

Tabelle IX.

t	A_0 berechnet aus t und t_1 u. B = 760	t	A_0 berechnet aus t und t_1 u. B = 760	t	A_0 berechnet aus t und t_1 u. B = 760
9	0.000719	16	0.000752	21	0.000791
10	722	17	759	22	800
11	726	18	767	23	809
12	731	19	775	24	819
13	736	20	783	25	828
14	741				
15	746				

soweit sich nicht störende Nebeneinflüsse bemerkbar gemacht haben, die nicht in Rechnung gezogen worden sind. Die allgemeine Formel für das Psychrometer nimmt daher die folgende Form an, die von der früher[1]) von mir entwickelten, hinsichtlich der Einführung des Druckes der trockenen Luft nicht ganz richtigen Formel nur wenig abweicht:

11.
$$\left\{\begin{array}{l} e = e_1 - \dfrac{B s}{\sigma \lambda_1} (t - t_1) \dfrac{\mathfrak{A} + \mathfrak{B} v}{1 + \mathfrak{B} v} \left(1 + \dfrac{e \sigma s_w}{(B - e) s}\right) \left(1 - \dfrac{e}{B}\right) \text{ oder} \\ e = e_1 - A_0^{(\infty)} B (t - t_1) \dfrac{1}{\tau_1} \dfrac{\mathfrak{A} + \mathfrak{B} v}{1 + \mathfrak{B} v} \\ A_0^{(\infty)} = \begin{cases} 0{,}000\,630\, \varepsilon \text{ für wasserbedeckte Kugel,} \\ 0{,}000\,557\, \varepsilon \text{ für eisbedeckte Kugel.} \end{cases} \quad \text{(vgl. 8.)} \end{array}\right.$$

Wie Tab. V und VI zeigen, sind ε und τ Größen, die nur wenig von 1 abweichen, so daß $A_0^{(\infty)}$ innerhalb der Grenzen der anzustrebenden und durch die Verhältnisse der gewöhnlichen Beobachtungen gebotenen Genauigkeit als konstant angesehen werden darf und es in vielen Fällen auch zulässig sein wird, in den für e gegebenen Formeln τ_1 gleich 1 zu setzen.

B. Meine neue Ableitung der Psychrometerformel.

Auf die nachfolgende Ableitung der Formel für das Psychrometer, und zwar für unendlich stark bewegte Luft, aus der Bedingung, daß das feuchte Thermometer seinen tiefstmöglichen Stand zeige, bin ich durch ein Rechnungsergebnis des Ingenieurs Prött, eines Industriellen aus Rheydt, gelangt, der sich mit der fabrikmäßigen Herstellung von Befeuchtungsanlagen für Schul- und andere Räume beschäftigt. Ausgehend von einem ursprünglich wasserdampffreien Raum, der sich durch die Verdampfung von Wasser abkühlt und allmählich mit Wasserdampf sättigt, berechnete Prött die den verschiedenen Mengen von Wasserdampf entsprechenden Temperaturen und Dampfspannungen und fand zufällig bei Benutzung einer Jelinekschen Psychrometertabelle, daß sich in der ganzen berechneten Zustandsreihe für jede Temperatur und die zugehörige Dampfspannung derselbe Wert für die Temperatur des feuchten Thermometers ergebe.

Verlegen wir die Verdunstung des von dem Raume aufzunehmenden Wassers auf die Oberfläche der befeuchteten Kugel des feuchten Thermometers und legen wir uns die Frage vor, welche Beziehung zwischen der jeweiligen Temperatur t und der jeweiligen Dampfspannung e und dem tiefstmöglichen Stand des feuchten Thermometers t_1 bestehen müsse, so muß der mathematische Ausdruck dieser Beziehung die Psychrometerformel für unendlich stark bewegte Luft darstellen, die uns unter der letzten Bedingung allgemein die Luftfeuchtigkeit aus den Angaben eines Psychrometers berechnen läßt. Die mathematische Behandlung des Vorganges macht es zunächst notwendig, gewisse Festsetzungen über die Begleitumstände zu machen und diese so zu wählen, daß sie sich dem Vorgange bei der Verdunstung des Wassers von der feuchten Thermometerkugel vollständig anpassen. Wir nehmen an erster Stelle an, daß der Druck der trockenen Luft in dem Kubikmeter, den wir der Betrachtung zugrunde legen, keine Änderung erfährt, wenn die enthaltene Luft erkaltet, und setzen zu diesem Zweck voraus, daß eine Verbindung mit der ihren Ausgangszustand unverändert bewahrenden umgebenden trockenen Luft bestehe, so daß dieser Druckabnahme entsprechend solche Luft zuströmen soll, während im übrigen aber kein Austausch mit der Umgebung stattfinden soll. Zweitens nehmen wir an, daß es sich um eine so dünne Schicht verdunstenden Wassers handle, daß seine Temperatur durchweg gleich derjenigen der verdunstenden Wasseroberfläche ist, und drittens, daß diese Verdunstungstemperatur so lange konstant bleiben soll, bis die sinkende Lufttemperatur ihren Wert erreicht hat. Die Temperatur der trockenen Luft sei t_0, diejenige des verdunstenden Wassers t′ und die jeweilige der sich mit Wasserdampf bereichernden Luft t; e′ sei der Sättigungsdruck des Wasserdampfes bei der Temperatur t′ und e der Dampfdruck der feuchten Luftmasse bei der jeweiligen Temperatur t; die Werte t und e stellen also einen beliebigen Zustand der Reihe dar.

Wenn t′ höher als die niedrigstmögliche Temperatur (bei unendlich starker Belüftung) der verdunstenden Wasserfläche ist, so wird der Vorgang in der durch die Verdunstungstemperatur t′ gekennzeichneten Zustandsreihe so verlaufen, daß die Temperatur, von t_0 ausgehend, allmählich sinkt, während sich die Luft mit Wasserdampf bereichert, bis sie gleich derjenigen der verdunstenden Wasserfläche geworden ist; die Luft ist in diesem Falle aber nicht mit Wasserdampf gesättigt, sondern ihre dann erreichte Dampfspannung, die wir mit e″ bezeichnen wollen, ist geringer als die der Temperatur t′ entsprechende Höchstdampfspannung e′. Nur in einem einzigen Falle wird die Luft, wenn ihre Temperatur bis auf die der verdunstenden Wasserfläche herabgegangen ist, zugleich auch mit Wasserdampf gesättigt sein, nämlich in der letzten möglichen Zustandsreihe, für welche die unveränderliche Verdampfungstemperatur die niedrigstmögliche t_1 ist; in diesem Falle erreicht die Luft, sobald ihre Temperatur auf diejenige der verdunstenden Wasserfläche gesunken ist, zugleich auch den Zustand ihrer Sättigung mit Wasserdampf von derjenigen Dampfspannung e_1, die die Höchstspannung bei der Temperatur t_1 darstellt. Zur Klarstellung möge die folgende schematische Darstellung dienen.

	Lufttemperatur	Verdampfungstemperatur	Dampfspannung
	I. Ausgang.		
	t_0	t_1	0
	II. Gewöhnliche Zustandsreihe.		
	t	t′	e
Grenze	t′	t′	e″
(Schließlich	t_1'	t_1'	e_1')

	Lufttemperatur	Verdampfungstemperatur	Dampfspannung
	III. Letzte Zustandsreihe.		
	t	t_1	e
Grenze	t_1	t_1	e_1
	wo e′ Höchstdampfspannung bei t′		
	e_1 „ „ t_1		
	und $t' > t_1$ und $e'' < e'$		

Der weitere Verlauf im allgemeinen Falle, wo die Verdunstungstemperatur $t' > t_1$ ist, nachdem die Lufttemperatur bis auf die Verdunstungstemperatur t′ gesunken ist, möge zunächst unberücksichtigt bleiben. Wir haben für unsere Aufgabe die Bedingung gesetzt, daß die Verdampfungstemperatur keine Änderung erfahren solle — eine Bedingung, der wir durch eine entsprechende Stärke und Gleichmäßigkeit der Belüftung innerhalb der für das Psychrometer in Betracht kommenden Grenzen — andere verdienen keine Berücksichtigung — zu genügen vermögen. Auf Grund dieser Bedingung einer Unveränderlichkeit der Verdunstungstemperatur ist auch die jeder Ausgangstemperatur t_0 entsprechende niedrigstmögliche Temperatur t_1 eine eindeutig bestimmte, was nicht der Fall wäre, wenn zugelassen würde, daß das Wasser bei verschiedenen Temperaturen verdampfen dürfe, da λ von der Temperatur abhängt.

Bedeuten b den konstanten Druck der trockenen Luft, ϱ das Gewicht eines Kubikmeters trockener Luft bei 760 mm Druck und 0°, α den Ausdehnungskoeffizienten der Gase, so berechnet sich das Gewicht der im Zustand (t, e) in der feuchten Luft des Kubikmeters enthaltenen trockenen Luft gleich $\frac{\varrho}{1+\alpha t}\frac{b}{760}$. Diese Luftmasse, die größer als die ursprüngliche ist, hat sich von t_0 auf t abgekühlt und daher $\frac{\varrho}{1+\alpha t}\frac{b}{760}(t_0 - t)\,s$ Kalorien abgegeben, wo s die spezifische Wärme der trockenen Luft bei konstantem Druck bezeichnet. Diese Wärmemenge ist infolge der Verdunstung und Anreicherung mit Wasserdampf verbraucht und teils als latente Wärme bei der Dampfbildung verzehrt worden, teils findet sie sich aktuell, durch das Thermometer meßbar, in dem Wasserdampf. Bezeichnen wir mit λ' diejenige Wärmemenge, die erforderlich ist, um 1 kg Wasser von der Temperatur t′ in Dampf von der Temperatur t′ überzuführen, mit s_w die spezifische Wärme des Wasserdampfes und mit p das Gewicht des verdunsteten Wassers in kg, so berechnet sich die latente, gebundene Wärme des aufgenommenen Wasserdampfes gleich $p\,\lambda'$ und die für die Erwärmung des Wasserdampfes von t′ auf t gebrauchte Wärmemenge gleich $p\,s_w\,(t - t')$. Die Summe dieser beiden Wärmemengen ist von der sich abkühlenden trockenen Luft geliefert worden, so daß die Beziehung bestehen muß:

12. $$\frac{\varrho}{1+\alpha t}\frac{b}{760}(t_0 - t)s = p\lambda' + p\,s_w(t-t') = p(\lambda' + s_w(t-t')).$$

Bezeichne σ das spezifische Gewicht des Wasserdampfes, bezogen auf trockene Luft, so erhalten wir für das Gewicht des im Kubikmeter enthaltenen Wasserdampfes

13. $$p = \frac{\varrho}{760}\frac{e}{1+\alpha t}\sigma$$

und hieraus

14. $$e = \frac{760(1+\alpha t)p}{\varrho\sigma}.$$

Setzt man den aus 12. entnommenen Wert von $(1+\alpha t)p$ in 13. ein, so ergibt sich

15. $$e = \frac{(t_0 - t)s\,b}{\sigma(\lambda' + s_w(t-t'))}$$

und hieraus im besonderen für den Zustand dieser Zustandsreihe, wo die Temperatur bis auf t' gesunken ist und die Dampfspannung bis e'' gestiegen ist $(e'' < e')$, wenn für λ der entsprechende Wert λ' gesetzt wird,

16. $$e'' = \frac{b(t_0 - t')s}{\varrho\lambda'}.$$

Setzen wir den aus 15. entnommenen Wert von t_0 in 16. ein, so ergibt sich nach einiger Umformung

17. $$e = e'' - (t - t')\frac{s\,b}{\sigma\lambda'}\left(1 + \frac{e\,\sigma\,s_w}{s\,b}\right).$$

Für den Grenzfall unendlich starker Belüftung, wo t' den Wert t_1, e'' den Wert e_1 und λ' den Wert λ_1 annehmen, erhalten wir die Psychrometerformel für unendlich stark bewegte Luft in der bereits anderweit abgeleiteten Form (11), wenn wir dort $v = \infty$ setzen. In der Formel (17) ist die Größe t'' wohl bestimmt definiert, entzieht sich aber der Beobachtung und ebenso der Berechnung, so daß sie nicht zur Berechnung der Luftfeuchtigkeit aus den Temperaturen t und t' dienen kann; hinzu kommt, daß das feuchte Thermometer nach Erreichung der Temperatur t' noch etwas weiter sinken wird, bis bei einer Temperatur t'_1 $(> t_1)$ die Luft mit Wasserdampf (e'_1) gesättigt sein wird, also jene Temperatur t' keinem stationären Zustand des feuchten Thermometers entspricht.

Setzt man in die Formel (12), die der durch die Verdampfungstemperatur t' gekennzeichneten Zustandsreihe entspricht, die jenen Grenzzustand bezeichnenden Werte t' für t und e'' für e, so folgt $\frac{\varrho}{1+\alpha t'}\frac{b}{760}(t_0 - t')s = p\lambda'$ und hieraus, wenn ebenso aus (13) $p = \frac{\varrho}{760}\frac{e''\sigma}{1+\alpha t'}$ entnommen wird, nach einiger Umformung

18. $$e'' = \frac{bs}{\sigma\lambda'}(t_0 - t'),$$

ebenso wie man auf dem entsprechenden Wege die Beziehung ableitet:

19. $$e_1 = \frac{bs}{\sigma\lambda_1}(t_0 - t_1).$$

Da die Anfangstemperatur t_0 im allgemeinen nicht bekannt ist und nur aus einer Psychrometerablesung berechnet werden kann, wenn das feuchte Thermometer unendlich stark belüftet ist, so gewährt die Einsetzung des Wertes von e'' aus 18 in 17 auch keinen Vorteil.

C. Ableitung von Ivory.

Die Ableitung von Ivory (vgl. Seite 578) legt einen physikalischen Vorgang zugrunde, der sich nur als eine kleine Episode aus dem Umfang der bei der vorigen Ableitung betrachteten Zustandsreihen darstellt; es handelt sich bei ihm nur um die letzte Zustandsreihe mit der niedrigstmöglichen Verdampfungstemperatur t_1 und dabei nur um den Übergang von dem Zustand (t, e) zu dem Endzustand (t_1, e_1). Hieraus ergibt sich, daß auch Ivory nur zu einer Formel für das unendlich stark belüftete Psychrometer wie sein Vorgänger gelangen konnte. Seine Ableitung

bedarf einiger Verbesserungen. Ivory berechnet der Reihe nach 1. das Gewicht der in der Raumeinheit enthaltenen, unter dem Gesamtdruck B stehenden feuchten Luft (t,e) und zwar ihrer beiden Bestandteile l_1 und w_1 (wo die Buchstaben l und w trockene Luft, bzw. Wasserdampf anzeigen), 2. die von dieser feuchten Luft bei ihrer Abkühlung von t auf t_1 abgegebene Wärmemenge $(l_1 s + w_1 s_w)(t - t_1)$ und hieraus die Gewichtsmenge Dampf w_2, deren Verdampfungswärme diesem Betrage entspricht, sowie 3. die Gewichtsmengen l_3 und w_3 der bei dem Gesamtdruck B in der Raumeinheit enthaltenen feuchten Luft, wenn diese bei der Temperatur t_1 mit Wasserdampf von der Spannung e_1 gesättigt ist. Ivory hat es auf diese Weise dann mit zwei Raumeinheiten zu tun, die mit Wasserdampf von derselben Temperatur gesättigt sind, in denen aber die Gewichtsmengen der trockenen Luft verschiedene sind. Das Nächstliegende wäre nun gewesen, die Summe der Gewichte des Wasserdampfes einander gleich, also $w_1 + w_2 = w_3$ zu setzen; statt dessen aber führt Ivory die Beziehung ein $\frac{l_1}{l_3} = \frac{w_1 + w_2}{w_3}$. Dieses Verfahren begründet Ivory mit den Worten „In any two parcels of the same air there must be the same proportion between the two constituent parts". Die Richtigkeit dieser Überlegung kann nicht zugegeben werden. In dem vorliegenden Fall müssen die Gewichtsmengen des bei t_1 gesättigten Wasserdampfes in beiden betrachteten Raumeinheiten einander gleich sein, während diejenigen der trockenen Luft zufolge der gemachten Annahmen verschiedene Werte besitzen. Werden die vorangehend durchweg gewählten Bezeichnungen gebraucht und wird insbesondere wieder mit ϱ das Gewicht der Raumeinheit trockener Luft bei dem Druck 760 mm und der Temperatur 0 eingeführt, so berechnen sich in einfacher Weise mit Ivory für obige Gewichtsmengen die folgenden Ausdrücke:

	l	w
I.	$\frac{(B-e)\varrho}{760(1+\alpha t)}$	$\frac{\varrho\sigma e}{760(1+\alpha t)}$
II.		$\left(\frac{(B-e)\varrho s}{760(1+\alpha t)} + \frac{\varrho\sigma e s_w}{760(1+\alpha t)}\right)\frac{t-t_1}{\lambda}$
III.	$\frac{(B-e_1)\varrho}{760(1+\alpha t_1)}$	$\frac{\varrho\sigma e_1}{760(1+\alpha t_1)}$

Obige von Ivory eingeführte Beziehung ergibt dann nach etwas Umrechnung

$$\frac{B-e}{B-e_1} = \frac{e\sigma + ((B-e)s + \sigma e s_w))\frac{(t-t_1)}{\lambda}}{e_1\sigma}.$$

die bei Vernachlässigung kleiner Größen zu derselben Näherungsformel 3 führt, die August später auf andere Weise abgeleitet hat.

Setzen wir jene Ausdrücke ein, so liefert die Beziehung $w_1 + w_2 = w_3$ nicht genau die Psychrometerformel für ∞ stark bewegte Luft in der Form, wie sie vorstehend bereits auf zweierlei Weise von mir entwickelt worden ist. Der Grund der Abweichung ist darin zu suchen, daß bei dem von Ivory vorgeführten physikalischen Vorgang der Sättigung der Luft in der abgeschlossenen Raumeinheit der Druck der trockenen Luft infolge der Abkühlung sinken muß, während für den Vorgang bei dem Psychrometer zu fordern ist, daß die trockene Luft in der Umgebung der feuchten Kugel unter demselben Druck wie in der weiteren Umgebung steht. Machen wir daher wieder die Annahme, daß Luft aus der Umgebung während ihrer Abkühlung in die betrachtete Raumeinheit eindringen könne, so haben wir in der bei t_1 gesättigten Raumeinheit $\frac{\varrho}{760(1+\alpha t_1)}$ als Gewicht der trockenen Luft. Bezeichnen wir den Druck der trockenen Luft mit b und denjenigen für die zweite Raumeinheit beliebig mit b', so erhalten wir an Stelle von Ivory die folgenden Ausdrücke:

	l	w
I.	$\frac{b\varrho}{760(1+\alpha t_1)}$	$\frac{\varrho\sigma e}{760(1+\alpha t_1)}$
II.		$\left(\frac{b\varrho s}{760(1+\alpha t_1)}+\frac{\varrho\sigma e s_w}{760(1+\alpha t_1)}\right)\frac{t-t_1}{\lambda}$
III.	$\frac{b'\varrho}{760(1+\alpha t_1)}$	$\frac{\varrho\sigma e_1}{760(1+\alpha t_1)}$

Die stets zu fordernde Beziehung $w_1 + w_2 = w_3$ ergibt nach Fortlassung der Faktoren $\varrho : 760\,(1 + \alpha t_1)$ die Gleichung

$$\sigma e + \frac{(bs + \sigma e s_w)}{\lambda}(t - t_1) = \sigma e_1,$$

die wieder auf die Formel (11) führt, falls man $b = B - e$ einführt und $v = \infty$ setzt, so daß diese Psychrometerformel, die ich als für unendlich stark bewegte Luft geltend nachgewiesen habe, hiermit vorstehend auf dreifache Weise abgeleitet worden ist. Gegenüber der verbesserten Ableitung von Ivory gewähren aber die vorgeführten ersten beiden Entwicklungen den Vorteil, daß sie den verschiedenen Einstellungen des feuchten Thermometers, abhängig von der Stärke der Luftbewegung, Rechnung tragen und bestimmt zu erkennen geben, daß diese Formel nur einen Grenzfall für das Psychrometer darstellt.

D. Die Psychrometerformeln von Stefan, Maxwell, Pernter und Ferrel.

Stefan und Maxwell entwickelten durch Einführung der Gesetze über die Wärmeleitung und die Diffusion des Wasserdampfes eine Formel für das Psychrometer in ruhender Luft, die wegen ihrer Vernachlässigung der auch in ruhiger Luft auftretenden Konvektionsströmungen den Verhältnissen kaum Rechnung tragen kann und auch nur vom Standpunkt der Theorie Beachtung gefunden hat. Pernter hat den Versuch unternommen, in die Formel von August den Einfluß der Wärmestrahlung einzuführen. Ferrel führte in die Stefan-Maxwellsche Formel die Stärke der Luftbewegung ein; seine Formel stimmt bis auf den fehlenden Faktor ε (vgl. 8) mit meiner Formel (11) überein, doch stellen die Konstanten $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ in dem Faktor $\frac{\mathfrak{A}+\mathfrak{B}v}{1+\mathfrak{B}v}$ Größen dar, die sich aus physikalischen Konstanten und dem Radius des kugelförmig angenommenen Thermometers berechnen lassen; dieses wäre ein großer Vorteil gegenüber der bei meiner Formel bestehenden Notwendigkeit, diese Werte durch Versuche für jedes Psychrometer bestimmen zu müssen. Jedoch führt die Formel von Ferrel, da $\mathfrak{B}$ den Wert 0 annimmt, wenn die Einwirkung der Strahlung bei dem feuchten Thermometer vermieden wird, zu der Folgerung, daß mit dem Fortfall der Strahlung der Einfluß der Belüftung verschwindet, die der Erfahrung widerspricht, wonach also die Formel als solche nicht richtig sein kann. An sich erscheint es überhaupt nicht möglich, bei der Aufstellung einer Formel für das Psychrometer in bewegter Luft von den für ruhende Luft gültigen Gesetzen der Wärmeleitung und Strahlung auszugehen, so daß es von vornherein ausgeschlossen sein muß, auf Grund dieser Gesetze die gesuchte allgemeine Formel für das Psychrometer abzuleiten. (Vgl. meine Abhandlung (1).)

E. Von den verschiedenen Taupunkten und der relativen Sättigungsfeuchtigkeit.

Den Wasserdampfgehalt der Luft können wir unter anderem durch diejenige Temperatur kennzeichnen, bei der eine Sättigung mit Wasserdampf eintritt, wenn sich feuchte Luft bei unverändertem Luftdruck und Wasserdampfgehalt abkühlt — diese Temperatur ist der „Taupunkt". Ebenso ist der Wasserdampfgehalt aber auch durch diejenige Temperatur bestimmt, bei der Sättigung eintritt, wenn feuchte Luft ohne Wärmezufuhr oder -entzug unter niedrigeren Druck versetzt wird und sich dabei ausdehnt, wie bei ihrem adiabatischen Aufsteigen in unserer Atmosphäre; bezeichnen wir diese Sättigungstemperatur, die von Hertz untersucht worden ist, als „Drucktaupunkt". Endlich kann aber auch durch eine alleinige Änderung

des Wasserdampfgehaltes eine Sättigung der feuchten Luft in dei geführt werden, daß wir sie bei unverändertem Druck der trockenen l in Berührung bringen, das auf Kosten ihres Wärmevorrats verdunst bei sinkender Temperatur allmählich sättigt; die niedrigste auf diesen bare Sättigungstemperatur wollen wir den „Sättigungstaupu Da der Sättigungstaupunkt einen Vorgang voraussetzt, bei dem dei einheit vorhandene Wasserdampf gegen den ursprünglichen Zustan Luft erhöht wird, der Drucktaupunkt aber einen Vorgang, bei d Ausdehnung eine Abnahme des in der Raumeinheit vorhanden gew dampfes eintritt, so liegt der gewöhnliche Taupunkt zwischen Sättigungstaupunkt und dem niedrigeren Drucktaupunkt. Es ist vor worden, daß das feuchte Thermometer bei unendlich stark und unverändertem Druck der trockenen Luft diesen Sättigu anzeigt. Für ein feuchtes Thermometer mit geringerer Belüftung gilt di

Prött hat darauf mit Recht aufmerksam gemacht, daß mit den Sättigungstaupunkt unsere gewöhnliche relative Feuchtigkeit die Höchstspannung des Dampfes bei der Temperatur t bezeichnet darstellt, der sich für seine Befeuchtungsanlagen häufig als ganz erwiesen habe, da für den relativen Feuchtigkeitszustand das Ve in Betracht komme ($e_1 = E_{t_1}$). Diese Bemerkung muß als zutreffend er da in der Tat feuchte Luft (e, t), wenn der Druck der in ihr enthalt Luft durch Zufluß derselben feuchten Luft konstant erhalten Verdunstung auf Kosten ihres eigenen Wärmevorrats nur Wasserc Spannung e_1 aufzunehmen vermag, wo dann Sättigung mit Wasser und es einer Wärmezufuhr bedarf, falls sie noch mehr Wasserdampf a Bezeichnen wir das Verhältnis $e:e_1$ als relative Sättigung im relativen Feuchtigkeit, so muß zugegeben werden, daß beispielsv Trocknen von Wäsche in einem Bodenraum mit einigermaßen schließe die relative Sättigung und nicht die relative Feuchtigkeit als Ausma dunstungsfähigkeit der Luft in Betracht kommen wird, soweit nicht erwärmte Mauern oder dergleichen zugeführt wird.

Für diese relative Sättigung können wir aus unserer Entv interessanten Ausdruck ableiten. Entnehmen wir aus (19) den We aus (11) für $v = \infty$ den Wert $t - t_1$, so folgt leicht $\frac{t - t_1}{t_0 - t_1} = \frac{e_1 - e}{e_1} \frac{1}{\varepsilon}$ berechnet sich, wenn die relative Sättigung mit $R' = \frac{e}{e_1}$ bezeichnet ur geführt wird,

20. $$\begin{cases} R' = \frac{t_0 - t}{t_0 - t_1} - (\varepsilon - 1)\frac{t - t_1}{t_0 - t_1} \quad \text{oder stark a} \\ R' = \frac{t_0 - t}{t_0 - t_1}, \end{cases}$$

wonach also die relative Sättigung stets der Stellung der zuge peratur t zwischen den Grenztemperaturen t_0 und t_1 entspricht, als mit sinkender Temperatur ansteigt.

Für die Temperatur t_0 berechnen sich aus (19) die folgenden oder in umgekehrte

Tabelle X.

t_1	t_0	t_1	t_0	t_1	t_0
0	9.63	10	29.09	20	55.77
1	11.34	11	31.38	21	58.98
2	13.09	12	33.74	22	62.31
3	14.90	13	36.18	23	65.77
4	16.75	14	38.70	24	69.36
5	18.65	15	41.31	25	73.11
6	20.62	16	44.01	26	76.99
7	22.64	17	46.80	27	81.02
8	24.72	18	49.69	28	85.21
9	26.87	19	52.68	29	89.56
10	29.09	20	55.77	30	94.09

Tabelle]

t_0	t_1
10	0.
20	5.
30	10.
40	14.
50	18.
60	21.
70	24.
80	26.
90	29.
100	31.

· Weise herbei-
.uft mit Wasser
ŧt und die Luft
n Wege erreich-
ınkt" nennen.
: in der Raum-
d der feuchten
em infolge der
esenen Wasser-
dem höheren
stehend gezeigt
er Belüftung
ngstaupunkt
eser Satz nicht.
Rücksicht auf
; e : E_t, wo E_t
·, einen Begriff
verhängnisvoll
rhältnis e : E_{t_1}
achtet werden,
enen trockenen
bleibt, durch
lampf bis zur
lampf eintritt,
ufnehmen soll.
Gegensatz zur
veise bei dem
nden Fenstern
ß für die Ver-
Wärme durch

ricklung einen
rt $t_0 - t_1$ und

· und hieraus

id ε aus 8. ein-

ngenähert

hörigen Tem-
o gleichmäßig

Werte
r Anordnung:
I.

21
39
40
50
10
31
17
75
10
25

tigung und relative Feuchtigkeit auf-

elt und relativen Sättigung in Prozenten.

16		18		20		22		24		26		28		30	
Rel.		Rel.		Rel.		Rel.		Rel.		Rel.		Rel.		Rel.	
F.	S.	F.	S.	F.	S.	F.	S.	F.	S.	F.	S.	F.	S.	F.	S.
100	100														
82	93	100	100												
67	85	83	94	100	100										
54	78	68	87	83	94	100	100								
43	71	56	81	69	89	84	95	100	100						
35	64	46	74	58	83	71	90	85	95	100	100				
27	57	37	68	48	77	59	85	72	91	85	96	100	100		
21	49	30	62	39	71	50	80	61	86	73	92	86	96	100	100
16	42	24	55	32	66	41	75	51	82	62	88	74	93	96	97
12	35	19	49	26	60	35	70	43	77	53	84	63	89	74	93
9	28	15	43	21	55	29	65	37	73	45	80	54	85	64	90
6	21	11	36	17	49	24	60	31	68	38	76	47	82	56	87
3	14	8	30	14	43	20	55	26	64	33	72	40	78	48	84

roße Unterschiede erkennen. Dort, wo
steht oder Wasserdampf durch Diffusion
Feuchtigkeit maßgebend sein, wo aber
zur Aufnahme des Wasserdampfes er-
entsprechende Sättigung zu ermöglichen
auf Kosten des Wärmevorrats nicht zur
relativen Sättigung als Maßstab für die
ffender sein.

rachtung.

rmel ist eine Formel (11) gegeben worden,
sich der Beobachtung bei der Ablesung
Psychrometer mit unendlich starker
Weise entwickelt worden. Es ist be-
meterablesung ohne konstante Belüftung
daß mutmaßlich jedem Thermometer ein
die feuchte Kugel bespülenden Luftstroms
tante, die in der Formel als Faktor des
meteorologische Zentralstelle müßte ein
bei bekannter unveränderlicher Belüftung
und mittels dieses Instruments müßten
Verbindung mit seinem Ventilator durch
Zeit müßten die Ventilatoren (oder Aspi-
rden. Wird für die Berechnung der Feuch-
etertabelle benutzt, so muß nötigenfalls
Thermometers dafür gesorgt werden, daß
der Tabelle zugrunde liegenden genügend
rometers darf als gelöst angesehen werden.

Wird das Psychrometer in der besprochenen Weise behandelt, daß das feuchte Thermometer zweckentsprechend belüftet wird, so läßt das Psychrometer die Feuchtigkeit der Luft leicht und richtig berechnen, bzw. aus einer passenden Tabelle entnehmen. Gegen dieses Instrument kommt das Haarhygrometer bei Temperaturen über dem Gefrierpunkt nicht in Betracht.

Unter dem Gefrierpunkt bereitet die Erhaltung einer nicht zu dicken Eisschicht auf der feuchten Kugel sicher gewisse Schwierigkeiten, und die Genauigkeit der Angaben des Psychrometers sinkt mit steigendem Frost sehr erheblich, da die Werte der relativen Feuchtigkeit bei gleichen Abständen auf der Skala des feuchten Thermometers einander näher und näher rücken. Die Frage, ob die Verdampfungswärme λ bei Eisbedeckung des Thermometergefäßes um 79 größer sein müsse als bei wasserbedecktem, wie es die Theorie verlangt, ist vorstehend nicht gestreift worden. Wenn bei verschiedenen zu diesem Zwecke angestellten Versuchsreihen sich eine solche Notwendigkeit nicht herausgestellt hat, so ist dagegen geltend zu machen, daß es sich bei Frosttemperaturen meist um so kleine von dem Wert von λ beeinflußte Abzugsglieder in der Formel handelt, daß es sehr schwer fallen sollte, aus den Versuchen die Frage mit ausreichender Sicherheit zu beantworten. Es liegt jedenfalls kein Grund vor, einen Widerspruch mit der Theorie als hier vorliegend anzusehen.

Die vorstehenden Entwicklungen haben auf den Einfluß der Strahlung der Umgebung auf die Angaben des Psychrometers keine Rücksicht genommen und gelten daher nur für tunlichst gegen Strahlungseinflüsse geschützte Psychrometer.

Um noch weiter verschiedene Einflüsse, so die des Luftdrucks, der Form und Abmessungen der Gefäße und der Art der Befeuchtung der feuchten Kugel, festzustellen, sind gewiß Versuche erwünscht, doch muß allen derartigen Versuchen die Möglichkeit eines Erfolges abgesprochen werden, soweit sie sich nicht einer konstanten Ventilation der feuchten Kugel bedienen und möglichst ein Psychrometer verfügbar ist, für das bei seiner konstanten Belüftung die Psychrometerkonstante bekannt ist. Daß der Einfluß des Luftdrucks dem von der Formel geforderten entspricht, darf aus den bisherigen Versuchen mit dem Psychrometer mit einiger Sicherheit angenommen zu werden.

Die besprochene relative Sättigung im Gegensatz zur relativen Feuchtigkeit verdient gewiß Beachtung, wie auch der Hinweis, daß das unendlich stark belüftete feuchte Thermometer den Sättigungstaupunkt anzeigt.

Schriftennachweis.

1) Grossmann: Beitrag zur Geschichte und Theorie des Psychrometers. Meteorol. Zeitschrift, XXIV. Bd., 1889.

2) Gay Lussac: Extrait d'un mémoire sur le froid produit par l'évaporation des liquides. Ann. d. Chim. et de Phys., Tome XXI, 1822, S. 82.

3) Ivory: On the Hygrometer by evaporation. Phil. Magazine and Journal, Vol. LX, S. 81, 31. Aug. 1822.

4) August: Über die Verdunstungskälte und deren Anwendung auf Hygrometrie. Ann. der Physik und Chemie, herausgegeben von Poggendorff, V. Bd. (Bd. 81), 1825.

5) August: Über die Fortschritte der Hygrometrie in der neuesten Zeit, Vorlesung vom 23. September 1828 vor der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte (Gedruckt als physikal. Vorlesung bei Gelegenheit einer öffentl. Prüfung des Cöln. Realgymnas. in Berlin am 5. April 1830).

6) Regnault: Études sur l'hygrométrie. Comptes Rendus. Tome XX, 1845. IV. Du Psychromètre. S. 1220.

Regnault: Hygrometrische Studien. II. Teil (S. 343 ff). Poggend. Ann. d. Physik, Bd. 65, 150. Bd. der ganzen Folge. 1845.

7) Regnault: Études sur l'hygrométrie (deuxième Mémoire). Comptes rendus. Tome XXXV. Hygrometrische Studien. Poggend. Ann., Bd. 88, 1853.

8) Sworykin: Die Bestimmung der Feuchtigkeit der Luft mit dem Psychrometer. Wilds Repertorium für Meteorologie, Bd. VII, 1881.

9) Jelineks Psychrometertafeln, erweitert und vermehrt von J. Hann, neu herausgegeben und mit Hygrometertafeln versehen von J. M. Pernter. V. Aufl. Leipzig 1903.

10) Sprung: Über die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit mit Hilfe des Aßmannschen Aspirations-Psychrometers. Ztschr. Das Wetter, V. Jahrg., 1888.

11) Aßmann: Apparat zur Ventilation des feuchten Thermometers. Meteorol. Zeitschrift, VIII. Jahrg., 1891.

12) Aspirations-Psychrometertafeln. Herausgegeb. v. Kgl. Preuß. Met. Institut. II. erweiterte Aufl., 1914.

Der Gebrauch gnomonischer Karten in der Nautik.

Von **A. Wedemeyer**, Schlachtensee.

In der Nautik werden gnomonische Karten nur zur Bestimmung des Großkreises zwischen zwei Punkten der Erdoberfläche benutzt, da nur in solchen Karten alle Großkreise als gerade Linien dargestellt werden[1]). Kapitänleutnant Nees von Esenbeck hat ihren Gebrauch 1876 vorgeschlagen. Er entnimmt der gnomonischen Karte eine Anzahl Schnittpunkte des Großkreises mit den Meridianen und überträgt sie auf die Seekarte. Das Hydrographic Office, Washington, hat seit einem Vierteljahrhundert fünf solcher Karten für die Ozeane herausgegeben, auf denen ausführliche Gebrauchsanweisungen vorgedruckt sind. »Da aber diese Karten weder längen- noch winkeltreu sind, ergeben sich bei den Distanz- und Kursmessungen umständliche Hilfskonstruktionen«, urteilt darüber P. Riebesell in dieser Zeitschrift, 1916, S. 283. Diese Behauptung ist unrichtig: 1. auch in längentreuen Karten kann man Entfernungen im allgemeinen ebensowenig messen, wie in nicht längentreuen, worauf schon die Schulbücher hinweisen, z. B. M. Groll, Kartenkunde, Leipzig 1912, II. Teil, S. 69; 2. in winkeltreuen Karten kann man die Winkel zwischen zwei Großkreisen nicht ohne Hilfskonstruktionen messen, da die Kartenbilder der Großkreise nicht gerade Linien, sondern Kurven sind; 3. umständliche Hilfskonstruktionen sind auf den gnomonischen Karten ebensowenig notwendig, wie auf anderen zenitalen Karten. Hierauf hat zuerst G. D. E. Weyer (Bericht über die neuen amerikanischen Seekarten in gnomonischer oder Zentralprojektion für die Schiffahrt im größten Kreise) in dieser Zeitschrift 1890, S. 171, und 1892, S. 186 aufmerksam gemacht. Seine Verbesserungsvorschläge sind bereits 1891 auf den amerikanischen Karten ausgeführt worden. H. Florian hat ebenfalls in Mitt. a. d. Gebiete des Seewesens, 1898, S. 1 und 1900, S. 354, die Verbesserungsvorschläge von Weyer verwertet. Hans Maurer hat in dieser Zeitschrift, 1904, S. 355 bis 367, dargetan, daß diese Konstruktionsarten nicht nur auf gnomonischen, sondern auf allen zenitalen Kartenentwürfen Verwendung finden können. Er gibt dort auch an, wie man auf Äquatorialentwürfen ohne Benutzung des Diagramms der amerikanischen Karten (eines Ausschnittes aus der Littrow-Weirschen winkeltreuen Karte, die, wie ich 1910 nachgewiesen habe, ein Sonderfall der Lambert-Lagrangeschen winkeltreuen Kreisnetze ist), nur unter Anwendung eines gewöhnlichen Winkelmessers, Anfangs- und Endkurs des Großkreises finden kann. Die ausführlichste Literatur (mit vielen Figuren und Karten) über das Segeln im größten Kreise hat G. W. Littlehales unter dem Titel: The development of Great Circle Sailing, 2. ed., United States Hydrographic Office No. 90, Washington 1899, veröffentlicht. August Roth hat die wichtigsten Teile dieser Arbeit ins Deutsche übertragen (Studie über die Schiffahrt im größten Kreise, Ann. d. Hydr. 1904, S. 375 bis 385). Da der Name Littlehales nie erwähnt wird, muß ich annehmen, daß Roth Originalarbeiten vorgelegen haben. Mir war es unmöglich, diese Originale einzusehen. Neuerdings hat G. W. Littlehales unter dem Titel: Finding the course in Great Circle Sailing (United States Naval Institute Proceedings, Vol. 42, No. 163, 1916, S. 920 bis 924) unter Benutzung eines vielleicht zuerst von Major A. H. Deichmann (Neue Tafeln zur Erleichterung der Praxis des Segelns im größten Kreise, Hannover 1856), dann von Gustave Herrle (Gnomonic Chart for use in Great Circle and Windward Sailing, Washington 1881) und Ende der achtziger Jahre allgemein auf den amerikanischen Karten praktisch angewandten Kunstgriffes gezeigt, wie man die Kurse aus einer kleinen Azimuttafel, die auf die Karte gedruckt werden kann, ohne Mühe so genau, wie es die Karte erlaubt, ablesen kann.

In den Lehrbüchern der Kartographie wird das Messen von Strecken und Winkeln in wesentlich anderer Form unter Anwendung der Infinitesimalrechnung

[1]) Aus den gnomonischen Karten lassen sich zwar unzählige Abarten ähnlicher Entwürfe ableiten, in denen die Großkreise als Gerade abgebildet werden. Weil solche Karten nicht zenital sind, wodurch ihr Gebrauch zum Messen erschwert wird, kommen sie für die Schiffahrt nicht in Frage.

gelehrt. Im günstigsten Falle liefern die Methoden der Lehrbücher brauchbare Näherungswerte. Die von Weyer und Littlehales angegebenen Methoden ermöglichen es dem Laien, solche Messungen schneller, leichter und sicherer auszuführen, als es nach den Methoden der Lehrbücher der Kartographie dem Fachmann möglich sein würde. Diese Methoden liefern mathematisch strenge Ergebnisse. Am ausführlichsten behandelt dies Thema Fritz E. Mouths, Linienmessung auf Karten, Stuttgart 1912. Auf Winkelmessungen geht auch das bekannte Lehrbuch von Zöppritz-Bludau, 1908, 2. Teil, S. 80 bis 85, ein. Nach Bludau »können auf azimutalen Karten Winkel, deren Scheitel der Hauptpunkt, deren Schenkel größte Kreise sind, auch mittels Transporteurs auf der Karte gemessen werden. In diesen Sonderfällen ist die Möglichkeit, Horizontalwinkel auf einer geographischen Karte unmittelbar zu messen, erschöpft; an Stelle der Messung muß in allen anderen Fällen die Berechnung auf Grund der Karte entnommener Daten treten«. Der erste Satz ist richtig, der zweite jedoch nicht. Arthur Vital, Die Kartenentwurfslehre, Leipzig und Wien 1903, S. 87, behauptet: »man wird also Karten . . ., die Richtungsbestimmungen gestatten sollen, winkeltreu . . . darstellen«. Daß man in solche Karten erst die Großkreise, die auf manchen winkeltreuen Karten verwickelte Kurven sind, und dann die Tangenten an diese Kurven im Scheitel des zu messenden Winkels einzeichnen muß, scheint der Verfasser übersehen zu haben. E. Hammer, Über die geographisch wichtigsten Kartenprojektionen, Stuttgart 1889, S. 79, empfiehlt zu Streckenmessungen winkeltreue Karten, da auf solchen Karten das Längenverhältnis in einem gegebenen Punkte in allen Azimuten dasselbe ist. Mouths hat für nicht winkeltreue Karten das Längenverhältnis in verschiedenen Azimuten abgeleitet. Die Formeln sind sehr verwickelt. Zu berücksichtigen ist besonders, daß sie streng nur für einen unendlich kleinen Bereich um den gegebenen Punkt gültig sind. Wie unten gezeigt wird, braucht man zum Messen das Längenverhältnis und den Maßstab der Karte gar nicht zu kennen.

Die im mathematischen Schulunterricht bevorzugten Hilfskonstruktionen verfolgen den Zweck, dem Schüler die mathematischen Lehren einzuprägen; sie sind für die ausübende Schiffahrt belanglos. Der Kapitän will sich nicht über den mathematischen Zusammenhang der Liniensysteme unterrichten, sondern in kürzester Zeit erfahren, wie er sein Schiff auf dem kürzesten Wege nach dem Bestimmungshafen führen kann. In gleicher Lage ist der Geograph, der die Karten zu Messungen benutzen will. Am treffendsten kennzeichnet C. Runge, Graphische Methoden, Leipzig und Berlin, 1915, S. 2, den Unterschied zwischen den Methoden der Mathematiker und der Praktiker. »Gesetzt, der Mathematiker gibt ihnen eine zwar, vollkommen scharfe und logische Methode an, die aber 200 Jahre unausgesetzter Rechenarbeit zu ihrer Durchführung erfordert, so wären sie wohl berechtigt, dies für wenig besser als nichts anzusehen.« Es ist klar, daß man nur auf Karten großen Maßstabes gute Messungsergebnisse erzielt. Daraus folgt sofort, daß die Zeichnung von Kreisen, wie sie von E. Hammer und P. Riebesell vorgeschlagen wird, ausgeschlossen werden muß, da der Praktiker nicht über Geräte zur Zeichnung von Kreisen großen Umfanges und über den erforderlichen Raum zur Zeichnung verfügt. Trotzdem ist es möglich, solche Kreise zu zeichnen. Jede Karte enthält ein Gradnetz, in dem die Meridiane eingezeichnet sind. Diese Meridiane sind Großkreise, also auf gnomonischen Karten gerade Linien, auf stereographischen Karten Kreise, allgemein auf zenitalen Karten Kurven. Aus der Definition des Begriffs »zenital« folgt unmittelbar, daß in dem Gradnetz alle Großkreise, die im Bereich der Karte gezogen werden können, bereits gezeichnet vorliegen oder wenigstens zwischen den gezeichneten Meridianen eingeschaltet werden können. Hat man daher an einer Stelle der Karte Großkreise zu zeichnen, so braucht man nur den bereits an anderer Stelle gezeichneten Großkreis nachzuzeichnen und dann mechanisch zu übertragen. Neuerdings macht sich auch in der Mathematik das Bestreben geltend, bereits vorhandene Zeichnungen (Figuren) zu benutzen und nicht neue zu zeichnen oder strenge Lösungen nur mit Zirkel und Lineal zu finden (z. B. Joh. Hjelmslev, Geometrische Experimente. Aus dem Dänischen übersetzt von Alb. Rohrberg. Leipzig und Berlin,

B. G. Teubner, 1915). Will man nur die Länge des Großkreises zwischen zwei Punkten der Karte, sowie Anfangs- und Endkurs messen, so ist man der Mühe der Zeichnung des Großkreisbildes enthoben. Die gnomonische Karte ist zur Lösung solcher Aufgaben besonders geeignet, da man gerade Linien zu zeichnen stets in der Lage ist.

E. Hammer schlägt vor, in stereographischen Karten durch Ziehen der Tangenten an die Großkreise im Scheitel des Winkels den Winkel zu messen. Ein Versuch, Tangenten an Kreise zu zeichnen, die nicht in der Karte vorhanden sind, zeigt bald die Schwierigkeiten, die dieser Art Winkelmessungen anhaften.

Messen heißt, eine gegebene Größe mit einer bekannten vergleichen. Das Messen kann in zweifacher Weise ausgeführt werden, einmal, indem man die bekannte Größe (das Maß) an die zu messende Größe unmittelbar hinanlegt, das andere Mal, indem man die zu messende Größe an das Maß hinanlegt. Diese zweite Art des Messens wird dort zur Anwendung kommen, wo man nicht über ein bewegliches Maß verfügt. Man muß also die zu messende Größe in solche Lage bringen, daß sie mit dem vorhandenen Maße gemessen werden kann. Darauf beruht der von Deichmann und Herrle angewendete Kunstgriff. Rechnerisch hat man sich dieses »Kunstgriffes« schon seit alten Zeiten bedient; bei der Rechnung denkt man gar nicht an einen Kunstgriff; was man tut, ist selbstverständlich. Um so wunderbarer ist es, daß dieser Kunstgriff bislang so wenig angewendet worden ist. Er ist benutzt worden z. B. von E. Kohlschütter in den Anweisungen zum Gebrauch seiner Meßkarte, von Weir in der Gebrauchsanweisung zu seinem Azimutdiagramm. Daß die Anwendungsmöglichkeit fast unbeschränkt ist, und daß man mit Hilfe dieses Kunstgriffes auf Karten beliebigen, ja unbekannten Entwurfs Messungen mit Leichtigkeit fast ohne mathematische Vorkenntnisse ausführen kann, ist offenbar übersehen worden.

Seien A und B zwei beliebige Punkte der Kugel, deren geographische Koordinaten (φ, λ) gegeben sind. Soll der Großkreisbogen AB berechnet werden, so sind in dem Grunddreieck ABP (P = Pol) bekannt die Seiten $AP = 90° - \varphi_1$, $BP = 90° - \varphi_2$ und der von ihnen eingeschlossene Winkel $APB = \lambda_1 - \lambda_2$. Drei Stücke des Dreiecks sind bekannt, mithin können die übrigen durch Rechnung gefunden werden. Die Längen λ sind von einem bestimmten Anfangsmeridian aus gezählt worden. Es ist natürlich gleichgültig von welchem, ob Greenwich, Paris, Ferro usw. In gleicher Weise ändert sich das Dreieck nicht, wenn es um den Pol in die Lage A′PB′ gedreht wird, wobei also die Punkte A und B auf ihren Breitenparallelen entlang wandern. Vorher wanderte der Anfangsmeridian, d. h., er drehte sich um die Erdachse. Die Dreiecke APB und A′PB′ sind auf der Kugel kongruent. Ihre Bilder in den Karten werden im allgemeinen nicht kongruent sein, nur dann, wenn P Mittelpunkt der zenitalen Karte ist. Das Bild des Bogens AB ändert sich beständig von der Mitte der Karte nach ihren Rändern hin, während der Bogen AB auf der Kugel sich nicht ändert. Verschiebe ich nun auf einer Karte, auf der die Punkte A und B gegeben sind, diese Punkte so, daß der Längenunterschied stets gleich bleibt, so werde ich sie vielleicht einmal in eine solche Lage bringen können, daß sie auf einen in der Karte gezeichneten Großkreis fallen. Trägt dieser Großkreis eine Teilung, so kann ich seine Länge unmittelbar auf der Karte ablesen; ich habe also den Bogen AB gemessen, indem ich ihn an das bekannte Maß hinangeführt habe. In ähnlicher Weise werde ich die Winkel PAB und PBA messen können. Hierin besteht der Kunstgriff von Deichmann und Herrle.

Um nun den Bogen AB zu messen, brauche ich nicht das Dreieck APB zu betrachten. Sei X ein beliebiger Punkt der Kugel und seien XA und XB die Großkreise durch X, A und B. Drehe ich nun den Großkreisbogen AB um den Punkt X so, daß der Winkel AXB nicht geändert wird, so sind alle neu entstehenden Dreiecke dem ursprünglichen kongruent. Die Punkte A und B wandern bei der Drehung auf Kleinkreisen entlang, deren sphärischer Mittelpunkt (Pol) der Punkt X ist. Ist nun in einer zenitalen Karte X der Kartenmittelpunkt, so werden, da sich die Kleinkreise um X in der Karte als Kreise

mit dem Mittelpunkt X abbilden, die Bilder der sphärischen Dreiecke AXB einander kongurent sein müssen. Durch eine Drehung um den Kartenmittelpunkt (Hauptpunkt) kann ich das Großkreisbild AB in solche Lage bringen, daß es mit einem in der Karte eingezeichneten Großkreisbilde zusammenfällt. Ich habe durch Drehung um die Kartenmitte den zu messenden Bogen AB an das gegebene Maß hinangeführt. Darin besteht der Kunstgriff von Weyer. Hydrographic Office hat den Vorschlag von Weyer für so wichtig gehalten, daß er bei der nächsten Ausgabe aller Great Circle Sailing Charts in die Gebrauchsanweisungen aufgenommen worden ist.

Es ist ohne weiteres klar, daß sich diese Kunstgriffe nicht nur auf zenitale Karten anwenden lassen, sondern auch auf Karten beliebigen Entwurfs, z. B. Seekarten in Merkatorentwurf, Lambert-Lagrange-Littrows Kreisnetze. Werden die Kleinkreise um X in der Karte nicht als Kreise um X abgebildet, so hat man nur darauf zu achten, daß die Punkte A und B auf den Bildern dieser Kleinkreise so verschoben werden, daß das Bild des Kugelwinkels AXB dem Original entspricht, worauf hier nicht näher eingegangen werden soll. Auf Zylinderentwürfen (Plattkarte, Merkatorkarte) tritt an Stelle der Drehung eine Parallelverschiebung.

Messung von Strecken und Winkeln auf gnomonischen Karten nach Weyer und Littlehales.

Man verbindet die Punkte A und B, deren Entfernung voneinander gemessen werden soll, durch eine Gerade, fällt vom Kartenmittelpunkt O auf die Gerade das Lot OC und schlägt um O mit OC als Halbmesser einen Kreisbogen, der den in der Karte eingezeichneten Messungshilfskreis (arc for the measurement of distances by differences of latitude) in F schneiden möge. Auf dem Meridian von F setzt man nordwärts von F aus FA′ = AC und südwärts FB′ = CB ab. Der Breitenunterschied zwischen A′ und B′, in Minuten ausgedrückt, ist die Entfernung der beiden Punkte in Seemeilen. Falls einer der Punkte A′ oder B′ außerhalb der Karte fällt, kann man beide Strecken FA′ und FB′ von F aus nach derselben Seite des Meridians, also beide nordwärts oder beide südwärts, abtragen. Die Summe der Breitenunterschiede zwischen F und A′ und zwischen F und B′ gibt dann die gesuchte Entfernung. Wenn der Fußpunkt des Lotes weitab vom Kartenhauptpunkte liegt, kann es vorkommen, daß beide Punkte A und B außerhalb der Karte fallen und eine Messung des ganzen Bogens AB unmöglich wird.

Den Messungshilfskreis in die Karte aufzunehmen, hat Weyer vorgeschlagen. Er ist der geometrische Ort für die Fußpunkte aller Lote vom Kartenmittelpunkte auf alle Meridiane. Sein Durchmesser ist die Strecke vom Kartenmittelpunkt zum Bilde des Erdpoles. Um den Kreis, dessen Mittelpunkt außerhalb der Karte fällt und dessen Halbmesser ziemlich groß ist, genau zu zeichnen, berechnet Weyer die Breiten der Schnittpunkte des Kreises mit den Meridianen für Längenunterschiede von 5° zu 5°. Außerdem gibt er in einer Tabelle noch den Winkel P, unter dem die Meridiane den Mittelmeridian der Karte schneiden. Er benutzt dazu folgendes sehr umständliche Verfahren, das er offenbar aus den Lehren der darstellenden Geometrie entnommen hat. »Zur Berechnung des Winkels P, den ein beliebig angenommener Meridian in der gnomonischen Karte mit dem mittleren Meridian derselben bildet, welcher durch den Berührungspunkt M (auf 30° Breite in allen fünf amerikanischen Karten) geht, diente das geradlinige Dreieck MPA, wo A den Schnittpunkt des angenommenen Meridians mit dem Äquator bezeichnet. Der Bogen $MA = \mu$ und der Längenunterschied zwischen M und $A = \alpha$ gesetzt, so findet sich μ aus $\cos\mu = \cos\alpha \cos 30°$, und der Winkel an M, welcher dem Stück α gegenüberliegt, aus $\sin 30° = \operatorname{tang}\alpha \operatorname{cotg} M$, wie auch $\sin\alpha = \sin\mu \sin M$, so daß

$$\operatorname{tang} P = \operatorname{tang}\mu \sin M : (\operatorname{tang} 60° + \operatorname{tang} 30°)$$

wird. Das geradlinige Lot MN auf den angenommenen Meridian der Karte ist zu berechnen aus $MN = \operatorname{tang} 60° \sin P$, und außerdem ist das Stück $PN = \operatorname{tang} 60° \cos P$. Damit kann zur Bestimmung der Bogenlänge, die zu PN gehört, als Breitenkomplement von N auf der Kugel, der diesen Bogen messende Winkel PKN am Mittelpunkt (K) der Erde gefunden werden, wozu die drei Seiten PN, KN als Sekante zur Tangente MN und $KP = \sec 60°$ bekannt sind. Hieraus ergibt sich demnach auch die Breite des Punktes N selbst als Fußpunkt des vom Berührungspunktes (M) auf den angenommenen Meridian in der Karte gefällten Perpendikels, wonach obige Hilfstabelle berechnet wurde.« Ein einfacheres Verfahren habe ich bei der Konstruktion gnomonischer Karten eingeschlagen. Den Winkel P (den man zur Berechnung der Schnittpunkte gar nicht, aber zur Zeichnung der Meridiane braucht) liefert die Formel

$$\operatorname{tang} P = \operatorname{tang}\alpha \cos 60° = \tfrac{1}{2} \operatorname{tang}\alpha \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 1)$$

oder

$$\operatorname{tang}(\alpha - P) = \frac{\operatorname{tang}\alpha}{2 + \operatorname{tang}^2\alpha} = \frac{\sin 2\alpha}{3 + \cos 2\alpha} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1a)$$

Nach 1) liest man P auf 0′,1 unmittelbar aus einer fünfstelligen trigonometrischen Tafel ab, während 1a) die Berechnung von P auf 0′,02 gestattet. Ferner findet man die Breite (φ) von N aus:

$$\operatorname{tang}\varphi = \sec\alpha \cos 60^\circ = \sec\alpha : \sqrt{3} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

In den Weyerschen Formeln muß offenbar statt

$$\sin 30^\circ = \operatorname{tang}\alpha \operatorname{cotg} M$$

gelesen werden

$$-\sin 30^\circ = \operatorname{tang}\alpha \operatorname{cotg} M,$$

da M stets größer als $\frac{\pi}{2}$ ist.

Das Maximum (ω) von $\alpha - P$ ergibt sich aus:

$$\operatorname{tang}\frac{\omega}{2} = 3 - 2\sqrt{2}$$

oder

$$\operatorname{cosec}\omega = 3,$$

woraus folgt $\omega = 19^\circ 28'\frac{1}{4}$, wozu $\alpha = 54^\circ 44'\frac{1}{6}$ gehört.

Die Tabelle von Weyer hat für $\alpha = 55^\circ$ $P = 35^\circ 32'$, also $\omega = 19^\circ 28'$.

Anstatt das Lot OC zu fällen usw., schlägt Florian vor, auf einem Stück Pauspapier die Punkte A, B und O zu bezeichnen und es um O zu drehen, bis die markierten Punkte A und B auf denselben Meridian fallen. Dies Verfahren versagt nur, wenn einer der Punkte A, B außerhalb der Karte fällt. Man muß dann die Strecke in mehrere Teile zerlegen.

Um die auf dem Großkreise zwischen zwei Punkten (P und D) der Karte zu steuernden Kurse zu ermitteln, ziehe man die Gerade PD und verlängere sie, bis sie den Äquator schneidet. Falls die Gerade den Äquator nicht schneidet, wie z. B. der Großkreis zwischen Scilly-Inseln und Sombrero, verschiebe man die beiden Punkte unter Beibehaltung ihres Längenunterschiedes so lange auf ihren Breitenparallelen, bis die sie verbindende Gerade den Äquator schneidet, etwa ST. Nun ermittele man den Längenunterschied des neuen Abfahrtsortes S und des Schnittpunktes von ST mit dem Äquator, ebenso den Längenunterschied des neuen Bestimmungsortes T und dieses Schnittpunkts. Ist der Längenunterschied kleiner als 90°, so suche man in der Azimuttafel am unteren Rande der Karte mit den Argumenten: Breite des Abfahrtsortes und Längenunterschied, den Anfangskurs. Je nachdem der Schnittpunkt des Großkreises mit dem Äquator östlich oder westlich von S liegt, ist der Kurs O oder W zu benennen. Er wird auf Nordbreite vom Nordpunkte, auf Südbreite vom Südpunkte gezählt. In ähnlicher Weise findet man die anderen Kurse, die man auf dem Großkreise zu steuern hat.

Falls der Längenunterschied (λ) größer als 90° ist, gehe man mit $180^\circ - \lambda$ in die Azimuttabelle ein. Das Supplement des aus der Tabelle entnommenen Winkelwertes gibt dann den Kurs von S nach dem Schnittpunkt mit dem Äquator.

Falls der Abfahrtsort zwischen dem Bestimmungsorte und dem Schnittpunkte auf dem Äquator liegt, hat man statt des aus der Azimuttabelle entnommenen Winkelwertes sein Supplement zu nehmen.

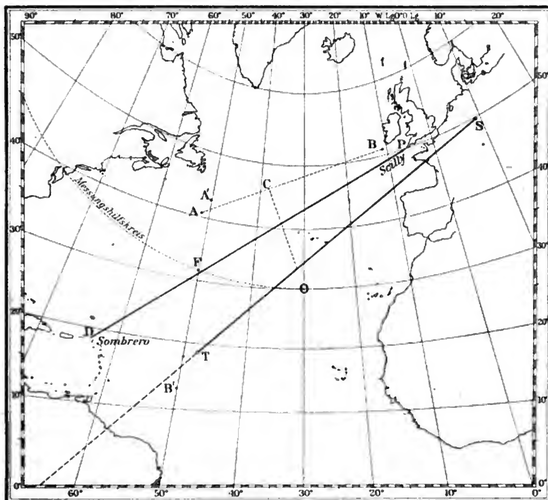
Wenn der Abfahrtsort auf dem Äquator liegt, verlängere man den Großkreis, bis er einen Breitenparallel berührt. Diese Breite ist die Breite des Scheitels des Großkreises. Das Komplement dieser Breite ist der zu steuernde Kurs. Falls der Großkreis (die Gerade) keinen Breitenparallel der Karte berührt, verlege man Abfahrtsort und Bestimmungsort unter Beibehaltung ihres Längenunterschiedes so weit ost- oder westwärts, bis die neue Gerade einen Breitenparallel berührt. Wie leicht ersichtlich, liegt der Berührungspunkt 90° östlich oder westlich vom Abfahrtsorte. Da nicht alle Breitenparallele auf der Karte ausgezogen sind, ist das Ziehen von Tangenten nicht leicht. Man berücksichtige dann, daß die Tangente, die streng genommen nur einen Punkt mit dem Breitenparallel gemeinsam hat, mehrere benachbarte Meridiane auf der gleichen Breite trifft.

In die der Littlehalesschen Arbeit beigegebene Karte, von der ein Ausschnitt hier abgedruckt ist, sind zwei Beispiele eingetragen. Wie groß ist der Großkreisbogen von 50° 50′ N, 10° 55′ W nach 40° 40′ N, 51° 35′ W? Die Zeichnung ergibt 1800 Sm, während die Rechnung 1784 Sm (nach Weyer 1782) ergeben soll. Da 1 mm in der Kartenmitte = 15 Sm ist, genügt das Ergebnis.

Welchen Anfangs- und Endkurs muß man steuern von 49° 50′ N, 6° 30′ W nach 18° 40′ N, 63° 20′ W? Da die Gerade den Äquator nicht schneidet, sind die beiden Punkte um 15° 30′ in Länge ostwärts verschoben worden (auf 9° 0′ O und 47° 50′ W). Die Gerade ST trifft den Äquator in 63° 40′ W. In die Azimuttabelle muß man daher mit 49° 50′ N und 63° 40′ W — 9° 0′ O = 72° 40′ eingehen und erhält als Kurs N 103,4° W. Ferner mit 18° 40′ N und 63° 40′ W — 47° 50′ W = 15° 50′ erhält man den Winkelwert 138,5°, also Endkurs N 138,5° W oder als Kurs von T nach S N 41,5° O. Durch strenges Einschalten erhält man die Werte 138° 30′ und 103° 23′. In folgender Tabelle ist der in Frage kommende Auszug aus der Azimuttabelle wiedergegeben:

Längen-Unterschied	Breite		Längen-Unterschied	Breite	
	18°	19°		49°	50°
17° 30′	134° 25′	135° 55′	75° 0′	101° 26′	101° 36′
15° 0′	139° 4′	140° 33′	72° 30′	103° 23′	103° 35′

Gnomonische Karte des Nordatlantischen Ozeans.



Die Rechnung liefert: N 103° 27′ W und N 138° 32′ W, also in guter Übereinstimmung mit den durch Zeichnung gefundenen Werten. Zum Vergleich habe ich noch Anfangs- und Endkurs des ersten Beispiels nach derselben Methode bestimmt, indem ich die Punkte A und B um 40° 55′ ostwärts, also auf 30° 0′ O und 10° 40′ W verschob. Der Schnittpunkt des Großkreises mit dem Äquator liegt auf 54° 45′ W. Die Tabelle liefert folgende Werte:

Längen-Unterschied	Breite 40°	Breite 41°	Längen-Unterschied	Breite 50°	Breite 51°
45° 0′	122° 44′	123° 16′	87° 30′	91° 55′	91° 57′
42° 30′	125° 3′	125° 36′	85° 0′	93° 50′	93° 53′
			82° 30′	95° 46′	95° 50′

aus denen die Kurse N 94,0° W und 123,9° W (genau 94° 2′, 123° 56′) folgen. Die Rechnung liefert N 94° 0′ W und N 123° 50′ W, alo in Anbetracht des kleinen Maßstabes der Karte sehr gute Werte.

In den früheren Ausgaben der Karte stand die Vorschrift von Herrle, man solle den Abfahrtsort nach dem Mittelmeridian verschieben und um denselben Längenunterschied den Bestimmungsort auf seinem Breitenparallel wandern lassen. Dann sollte man den Winkel messen, den der Großkreis durch die verlegten Punkte mit dem Mittelmeridian bildet. Eine graphische Tabelle aus Kreisringen lieferte endlich die Verbesserung: Wahrer Kurs — gemessener Winkel (in der Kartographie wird diese Verbesserung »Winkelverzerrung« bezeichnet). Die Winkelverzerrung ist nur abhängig vom Abstand des verlegten Abfahrtsortes vom Kartenmittelpunkt. Zu ihrer Berechnung dient die Formel:

$$\operatorname{tang} u' = \cos a \operatorname{tang} u,$$

worin a den Abstand, u′ den gemessenen und u den wahren Kurswinkel bezeichnet, woraus sich leicht ergibt:

$$\operatorname{tang}(u - u') = \frac{2 \sin^2 \frac{a}{2} \operatorname{tang} u'}{\cos a + \operatorname{tang}^2 u'} = \frac{\operatorname{tang}^2 \frac{a}{2} \sin 2u'}{1 - \operatorname{tang}^2 \frac{a}{2} \cos 2u'}$$

und als Maximalwinkelverzerrung ω:

$$\sin \omega = \operatorname{tang}^2 \frac{a}{2}.$$

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Maximalwinkelverzerrung, die im Bereich der Karte zu erwarten ist.

Breite		ω
30°	30°	0° 0′
20°	40°	0° 26′
10°	50°	1° 47′
0°	60°	4° 7′
	65°	5° 42′
	68°	6° 49′

Bludau hat in eine flächentreue Karte Asiens Linien gleicher Verzerrung eingetragen und ihnen den Betrag der Maximalwinkelverzerrung beigeschrieben (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin 1890). Da man beim Messen nicht den Höchstfehler, sondern den tatsächlichen Fehler wissen muß, sind solche Linien zwecklos.

Die Kreisringe auf den amerikanischen Karten erschwerten das Arbeiten mit der Karte, da sie einen ziemlich breiten Raum einnahmen und das Ziehen der Großkreise behinderten. Herrle hatte deshalb die Kreisringe von der Mitte an die Kartenränder verlegt. Durch die neue Verschiebung auf dem Breitenparallel ist erreicht, daß die Kreisringe wegfallen und durch eine Tafel am Rande der Karte, wo sie das Arbeiten nicht behindern, ersetzt werden können. Die neue Anweisung stellt also eine erhebliche Verbesserung vor. Es scheint, als ob die gnomonischen Karten weiterer Verbesserungen nicht mehr fähig sind. Will man nur das Lineal benutzen, so sind offenbar die gnomonischen Karten das beste Hilfsmittel zur Bestimmung der Großkreise. Wie schon gesagt, kann man ohne Mühe auch alle Zwischenkurse der Karte entnehmen. Die Kreisringe hätte man durch eine kleine numerische Tafel am Fuße der Karte ersetzen können; sie würde nur den halben

Raum der jetzigen Tafel beanspruchen und bequemer zum Einschalten sein, wie die Tafel der Maximalwinkelverzerrungen zeigt.

Die gnomonischen Karten leiden an dem Übelstande, daß das Kartenbild in größerer Entfernung von der Kartenmitte stark verzerrt erscheint. Dieser Übelstand läßt sich durch Wahl eines geeigneten Kartenentwurfes beseitigen. Oben wurde bereits ausgeführt, daß man zu allen Messungen der beschriebenen Art nicht an gnomonische Karten gebunden ist, da es nicht unbedingt nötig ist, den Großkreis in die Karte einzuzeichnen. Alle zenitalen Entwürfe, worunter sich der stereographische und der mittabstandstreue besonders auszeichnen, leisten dasselbe wie die gnomonische Karte. Statt eine Gerade zwischen zwei Punkten zu ziehen, hat man nur nötig, den Verlauf des Großkreises nach Florians Vorschlag auf Pauspapier zu zeichnen.

Zum Schluß möge noch auf einen Übelstand aufmerksam gemacht werden, der allen Karten anhaftet: die Papierzerrung. Da lange Linien zu zeichnen sind, ist der Einfluß der Papierzerrung auf das Ergebnis besonders stark. Um diesen Nachteil abzuschwächen, hat man als Kartenpapier nicht zu starkes Papier zu wählen, da stärkeres Papier die Feuchtigkeit aus der Luft stärker aufsaugt als dünnes. Sollen die Messungsergebnisse brauchbar sein, so darf das Kartenpapier weder vor noch nach dem Druck auf Kartenleinen aufgezogen werden, da sich durch den Leim die innere Beschaffenheit des Papiers ändert und infolgedessen große Zerrungen zu erwarten sind. Bei Karten großen Maßstabes spielt die Papierzerrung eine untergeordnete Rolle, bei Karten kleinen Maßstabes, wie bei den Great Circle Sailing Charts, kann sie das Messungsergebnis stark verfälschen. Die Messungen von Weyer können als Beispiel dienen.

Wie man mit Hilfe eines Gradnetzes auf durchsichtigem Papier, dessen Pol 90° vom Kartenmittelpunkte abliegt, Messungen auf zenitalen und nichtzenitalen Karten ausführen kann, werde ich in einer besonderen Arbeit auseinandersetzen. Dort soll auch gezeigt werden, wie man auf nichtzenitalen Karten Messungen vornimmt.

Kleinere Mitteilungen.

1. Bemerkung zur Abhandlung des Herrn W. Immler-Elsfleth: **Die Bestimmung von Windrichtung und -stärke im fahrenden Flugzeug.** »Ann. d. Hydr. usw.« 1916, Heft X. In dieser Abhandlung entwickelt Herr Immler eine Methode, »an deren Hand der Flugzeugführer instand gesetzt wird, die Einwirkung des Windes restlos in seine Berechnung einzubeziehen«. Dabei geht er von der Ansicht aus, daß in dem Winddreieck, das von den Vektoren der Eigengeschwindigkeit des Flugzeuges, des Windes und ihrer Resultanten gebildet wird, nur zwei Stücke bekannt seien, nämlich die Eigengeschwindigkeit des Flugzeuges und der Winkel, den die Fahrtrichtung mit der Kursrichtung einschließt. Dieser Auffassung kann nicht beigepflichtet werden. Vielmehr ist auch die Geschwindigkeit des Flugzeuges relativ zum Erdboden, also die Resultante im Winddreieck, als bekannt anzusehen, da sie leicht mit Karte und Uhr[1]) bestimmt werden kann, solange die Erde sichtbar ist. Das Verfahren ist ja genau dasselbe, welches der Freiballonfahrer benutzt, um seine Eigenbewegung zu ermitteln. Ist dieses geschehen, so ergibt sich die Konstruktion des Winddreiecks äußerst einfach aus zwei Seiten und dem eingeschlossenen Winkel[2]). Damit erübrigt sich

Anmerkungen bei der Korrektur (vgl. die folgende Entgegnung des Herrn Immler):

[1]) Ich kann keinen Vorzug von Herrn I's. Methode darin erblicken, daß sie die Ablesung der Uhr entbehrlich macht. Denn die Uhr führt jeder Flieger mit sich und bringt sie so an, daß er sie jederzeit vor Augen hat.

[2]) Man kann natürlich ebenso gut den Weg der Rechnung einschlagen und zu ihrer Erleichterung Tabellen aufstellen.

die Anwendung des von Herrn Immler angegebenen Verfahrens, bei dem die Bestimmung einer zweiten Abtrift durch absichtliches Fahren in einer mit der Fahrtrichtung nicht übereinstimmenden Richtung[1]) verlangt und überdies die Benützung umfangreicher Formeln[2]) bzw. Tabellen erforderlich wird. Beiläufig bemerkt sei übrigens, daß die Berücksichtigung der Abtrift seitens unserer Flieger nach einer äußerst einfachen empirischen Methode geschieht, welche außer ihrer Einfachheit noch den Vorzug hat, daß ihr keinerlei Annahmen über die Eigengeschwindigkeit der Maschine zugrunde liegen. Sie besteht in folgendem: Falls man mit dem auf der Karte abgesetzten Kurs nicht in der gewünschten Richtung weiterkommt, ändert man den Kurs so lange, bis daß es geschieht[3]). Diesen empirisch ermittelten Kurs behält man bis auf weiteres auch dann bei, wenn die Erde unsichtbar werden sollte. Ich kann demnach dem Urteil Herrn Immlers, daß »die Lösung dieser Frage in ihren Anfängen stecken blieb und nicht den erwünschten brauchbaren Aufschluß gab«, nicht beistimmen, möchte vielmehr annehmen, daß kein Grund vorliegt, mit der bisherigen bewährten Methode zu brechen. Privatdozent Dr. R. Wenger-Leipzig.

2. **Zu der Bemerkung des Herrn Dr. R. Wenger, Leipzig.** Aus den vorstehenden Ausführungen des Herrn Dr. R. Wenger, Leipzig kann dankbar die Aufklärung entnommen werden, daß in dem Winddreieck drei Stücke bestimmbar seien, wenn man die Resultante (Fahrt über den Erdboden) mit Hilfe von Karte und Uhr gefunden hat. Veranlassung zu vorliegendem Aufsatz war jedoch der Drang, mit möglichst wenigen Hilfsmitteln auszukommen, und die vorgeschlagene Methode bedarf nur des Pfadfinderkompasses, was den Vorteil hat, daß der Beobachter nicht gezwungen ist, aus verschiedenen Hilfsmitteln seine Angaben zusammenzuholen, sondern sein Augenmerk allein auf den Kompaß richten kann. Daß selbstverständlich alles aus den bekannten Stücken gezeichnet werden kann, soll nicht geleugnet werden; hier wurde einmal der Weg eingeschlagen, die gesuchten Größen aus Tabellen zu entnehmen. Die Frage, mit welchen Eingängen solche Tabellen aufgebaut werden sollen, hängt ganz von entsprechenden Wünschen ab, und es ist klar, daß sich aus x und $\frac{v'}{v}$ Windrichtung und -stärke allein tabellieren läßt (es ist einfach die Umkehrung der Tabelle 2). Äußerungen aus Kreisen der Luftschiffahrt beweisen, daß ein Bedürfnis nach derartigen Tabellen besteht, um schnell zahlenmäßig Windrichtung und -stärke zur Hand zu haben, und anderseits, daß das Streben vorliegt, die Lösung der Frage einer weiteren Entwicklung zuzuführen. — Die vorgeschlagene Methode ist eine von vielen; der Vorwurf, daß sie umfangreiche Formeln erfordert, wird wohl nicht aufrecht zu erhalten sein, da die praktische Bestimmung der erforderlichen Größen nur die auf S. 502 und 503 abgedruckten Tabellen (oder entsprechende leicht zu entwerfende Zeichnungen), die je nach den Erfordernissen wohl auch noch Kürzungen vertragen können, beansprucht.

Wenn endlich auch nicht verkannt werden soll, daß der geübte Flugzeugführer durch Empirie den gewünschten Kurs ermitteln kann, so ist es gerade Zweck der Arbeit gewesen, dem Flugzeugführer eine Methode an die Hand zu geben, bei der er, ohne in der Karte zeichnen oder rechnen zu müssen, durch Benützung lediglich zweier aufgeschlagenen Tabellen instand gesetzt wird, den Vorhaltewinkel zu entnehmen und damit aus dem Zustande des Probierens herauszukommen. W. Immler-Elsfleth.

3. **Berechnung der Druck- und Massenverteilung im Meere.** Die Berechnung der im Meere vorhandenen Druck- und Massenverteilung ist trotz der von Bjerknes herausgegebenen übersichtlich und praktisch angelegten Tabellen[4])

[1]) Dieses müßte bei längeren Flügen, wegen der starken zeitlichen und räumlichen Veränderlichkeit des Windes mehrmals, wiederholt werden.

[2]) Bei der Bemerkung über die umfangreichen Formeln dachte ich vor allem an die Schwierigkeit, den oft wenig vorgebildeten Flugschülern Herrn Immlers Methode mundgerecht zu machen.

[3]) Die angedeutete Methode macht weder ein Zeichnen in der Karte, noch ein Rechnen erforderlich.

[4]) Dynamische Meteorologie und Hydrographie von V. Bjerknes. Hydrographische Tabellen. Braunschweig 1912.

noch ziemlich umständlich und zeitraubend. **Hesselberg** und **Sverdrup** vereinfachen sie in einer neuen Veröffentlichung[1]) wesentlich dadurch, daß sie σ_t in die von **Bjerknes** gegebenen Ableitungen einführen.

Wenn, wie üblich, $\varrho_{s\tau D}$ die Dichte bei Salzgehalt S, Temperatur τ und in der Tiefe D (dyn. Meter) bedeutet, $\alpha_{s\tau p}$ das spezifische Volumen bei S, τ und beim Druck p (Dezibar), die Größe ε und δ die von S, τ, D oder p abhängigen Korrektionsglieder für ϱ und α, so ist:

$$\varrho_{s\tau D} = \varrho_{s\tau 0} + \varepsilon_D + \varepsilon_{sD} + \varepsilon_{\tau D} + \varepsilon_{s\tau D}$$

$$\alpha_{s\tau p} = \alpha_{s\tau 0} + \delta_p + \delta_{sp} + \delta_{\tau p} + \delta_{s\tau p};$$

und da

$$\varrho_{s\tau 0} = 1 + 10^{-3}\sigma_\tau, \; \alpha_{s\tau 0} = 1 - \frac{\sigma_\tau \cdot 10^{-3}}{1 + 10^{-3}\sigma_\tau},$$

ergibt sich:

$$\varrho_{s\tau D} = 1 + 10^{-3}\sigma_\tau + \varepsilon_D + \varepsilon_{sD} + \varepsilon_{\tau D} + \varepsilon_{s\tau D}$$

$$\alpha_{s\tau p} = 1 - \frac{10^{-3} \cdot \sigma_\tau}{1 + 10^{-3}\sigma_\tau} + \delta_p + \delta_{sp} + \delta_{\tau p} + \delta_{s\tau p}$$

Die nun erforderlichen Größen stellen die Verfasser in 7 Tabellen zusammen, abgesehen von $\varepsilon_{s\tau D}$ und $\delta_{s\tau p}$, die ihrer Kleinheit wegen vernachlässigt werden, was in den meisten Fällen auch zulässig ist.

σ_τ pflegt ohnehin bei allen Serien zur Beurteilung der Gleichgewichtsverhältnisse berechnet und auch in ozeanographischen Veröffentlichungen mitgegeben zu werden. Für $\frac{10^{-3}\sigma_\tau}{1 + 10^{-3} \cdot \sigma_\tau}$ ist eine Tabelle für σ_τ — Werte von $0._{10}$ zu $0._{10}$ berechnet worden von $\sigma_\tau = 24._{00}$ bis $28._{90}$; für ε_{sD}, $\varepsilon_{\tau D}$, δ_{sp}, $\delta_{\tau p}$ hat **Bjerknes** die ausführlichen Tabellen 12 H, 13 H, 20 H, 21 H berechnet, die Verfasser geben Auszüge daraus für die hauptsächlichst vorkommenden Verhältnisse wieder. Neu berechnet sind Tabellen für $10^5\,\varepsilon_D$ und $10^5\,\delta_p$ für die bei Serienmessungen meist vorkommenden Tiefen. Angaben über die Art der Berechnung fehlen. Offenbar aber haben die Verfasser die von **Ekman** herausgegebenen »Tabellen für Meerwasser unter Druck«[2]) benutzt. Aus den Tabellen I bis IV ergeben sich ε_D und δ_p nach einigen Umrechnungen.

Bei Einführung von σ_τ gestaltet sich auch die Lösung der hydrostatischen Aufgabe, d. h. die Berechnung der Tiefe eines gegebenen Druckes und des Druckes in einer gegebenen Tiefe, einfacher. Statt der Ausdrücke bei **Bjerknes**

$$p = p_{35,0,D} + \int_0^D \varepsilon \, dD \text{ und } D = D_{35,0,p} + \int_0^p \delta \, dp$$

entstehen die Formeln:

$$p = D + 10^{-3}\int_0^D \sigma_{\tau D} \cdot dD \text{ und } D = p + \int_0^p \Delta_{s\tau p} \cdot dp,$$

worin

$$\Delta_{s\tau p} = -\frac{10^{-3}\sigma_\tau}{1 + 10^{-3}\sigma_\tau} + \delta_p + \delta_{sp} + d_{\tau p}$$

ist. D und p sind mit hinreichender Genauigkeit durch die Zahlen für die geometrischen Tiefen gegeben. Es bedarf also nur der numerischen Integration von $\sigma_{\tau D}$ und $\Delta_{s\tau p}$, die leicht auszuführen ist, da diese Glieder aus der Berechnung von $\varrho_{s\tau D}$ und $\alpha_{s\tau p}$ bekannt sind. An zwei Beispielen führen die Verfasser die Berechnung von $\varrho_{s\tau D}$, $\alpha_{s\tau p}$, D und p durch.

Für die meisten Zwecke werden die bequemen 7 Tabellen von **Hesselberg** und **Sverdrup** vollkommen ausreichen. Bei anderen als den dort berücksichtigten Temperaturen und Salzgehalten wird man auf die ausführlichen Tabellen

[1]) Th. Hesselberg und H. U. Sverdrup. Beitrag zur Berechnung der Druck- und Massenverteilung im Meere. Bergens Museums Aarbok 1914—15. Nr. 14.

[2]) Publications de circonstance Nr. 49. Kopenhagen 1910.

von Bjerknes zurückgreifen müssen. Aber auch dann läßt sich von σ_τ ausgehen. Da $\varepsilon_D = \varrho_{35,0,D} - \varrho_{35,0,0}$ und $\delta_p = \alpha_{35,0,p} - \alpha_{35,0,0}$ ist, so sind die Werte $10^5 \varepsilon_D$ und $10^5 \delta_p$ aus den Bjerknesschen Tabellen für $10^5 \varrho_{35,0,D}$ und $10^5 \alpha_{35,0,p}$ (Tab. 16 II und 8 H) abzuleiten, indem von den dortigen Tabellenwerten $10^5 \varrho_{35,0,0} = 102813$ bzw. $10^5 \alpha_{35,0,0} = 97264$ abgezogen wird. Allerdings kann auf diese Weise in der letzten Stelle eine Differenz von einer Einheit gegen die auf Grund der Ekmanschen Tabellen abgeleiteten Werte entstehen, da Bjerknes die Werte für $\varrho_{35,0,D}$ und $\alpha_{35,0,p}$ nur auf fünf Stellen gibt, und die bei der Abrundung begangenen Fehler sich addieren können. Dies wird aber praktisch ohne Bedeutung sein. — Wenn mittlere Temperatur und mittlerer Salzgehalt über der zu untersuchenden Wassertiefe von 35 ‰ und 0° stark abweichen, werden die für diese Verhältnisse von Bjerknes gegebenen Korrektionstabellen für ε_{sD} und $\varepsilon_{\tau D}$ noch in Betracht zu ziehen sein, außerdem noch die Glieder $\varepsilon_{s\tau D}$ und $\delta_{s\tau p}$.

Dr. Bruno Schulz.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Müller, Aloys: **Theorie der Gezeitenkräfte.** Sammlung Vieweg. Heft 35. 8°. 81 Seiten, 17 Abbild. Braunschweig 1916. Vieweg & Sohn.

Es muß als ein besonderes Verdienst dieser Zeitschrift bezeichnet werden, daß sie durch Veröffentlichung des Aufsatzes von Hoff: Elementare Theorie der Sonnentiden, 1907 S. 122 ff., den Anstoß zu einer Diskussion der Frage nach der Größe der Gezeitenkräfte gab. Gerade das vorliegende Büchlein zeigt am deutlichsten, welche Fülle von Irrtümern selbst namhaften Gelehrten bei Behandlung dieses Themas untergelaufen sind. Wer sich Klarheit über diese wohl schwierigste Theorie der Himmelsmechanik verschaffen will, wird das Müllersche Buch mit Vorteil zu Rate ziehen. Überall findet er die Hinweise auf die gemachten und möglichen Fehler. Die Darstellung ist knapp und klar, das Mathematische elementar und auf das Notwendigste beschränkt. Ob sie aber trotzdem jedem Gebildeten, der über elementare mathematische Kenntnisse verfügt, voll verständlich ist, scheint mir zweifelhaft. Das beeinträchtigt aber m. E. die Bedeutung des Werkes keineswegs. Im Gegenteil hätte sich der schwierige Stoff in keiner Weise besser behandeln lassen.

Nach der Formulierung des Problems (Abschnitt I) werden zunächst die Bewegungsverhältnisse in den fluterzeugenden Systemen (II) untersucht und die Mängel in den üblichen Theorien der Gezeitenkräfte aufgedeckt (meist falsche Auffassung der Revolution ohne Rotation oder zweimaliges In-Rechnung-stellen derselben Bewegung u. ä.). Darauf werden die beiden in Frage kommenden wissenschaftlichen Theorien, die Relativtheorie (IV) und die Zentrifugalkrafttheorie (V und VI) entwickelt und verglichen. Beide sind einwandfrei, kommen zu dem gleichen Ergebnis und sind geradezu identisch, indem sie nur verschiedene Formen desselben Gedankens darstellen. Zum Schluß wird noch auf die halbtägige Periode der Gezeiten eingegangen, die sich nach der hier entwickelten Theorie der Gezeitenkräfte anders darstellt als nach der üblichen Theorie, sowie die Beweiskraft der Tiden für das kopernikanische System dargetan.

Wegemann.

Merz, A., Prof. Dr.: **Das Meerwasser.** S.-Abdr. aus Handbuch der Balneologie, Medizinischen Klimatologie und Balneogeographie. Bd. I, Kap. III. 8°. S. 386 bis 422. Leipzig 1916. Georg Thieme.

Der vorliegende Beitrag von A. Merz zum Handbuch der Balneologie wird auch dem Ozeanographen sehr willkommen sein, da er hier die Ergebnisse der neueren Untersuchungen über das Meerwasser berücksichtigt findet, die nach dem Abschluß der 2. Auflage des 1. Bandes der Ozeanographie von O. Krümmel erschienen sind. Seiner Natur nach behandelt der Beitrag vornehmlich die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Meerwassers, weniger die geographische Verteilung der einzelnen Elemente. Die Hauptzüge der allgemeinen Zirkulation des Meerwassers werden in dem Abschnitt »Die Wärmeverfrachtung« erörtert; wenig hervorgehoben erscheint hierbei dem Referenten die Wirkung des Windes als eine der Hauptursachen für die Entstehung der Meeresströmungen.

Der Abhandlung ist ein ausführlicher, gut zusammengestellter Schriftennachweis beigegeben.

W. Brennecke.

Faber, Kurt: **Unter Eskimos und Walfischfängern.** Eismeerfahrten eines jungen Deutschen. Memoiren Bibl., V. Ser. 8. Bd. 8⁰, 369 S. Stuttgart. Robert Lutz.

Kein wissenschaftliches Buch, sondern eine spannend geschriebene Erzählung von dem Leben an Bord eines amerikanischen Walfischfängers, die an alte, längst vergessene Zeiten der Schiffahrt erinnert. Unter einer bunt zusammengewürfelten Mannschaft fuhr der Verfasser vor einer Reihe von Jahren an Bord des »Bowhead« von San Franzisko durch die Bering-Straße um Point Barrow nach der Herschel-Insel, dem Standquartier der Walfänger. Drei Jahre hat der Verfasser hier oben zugebracht und schildert lebendig seine Erlebnisse. Eingehend wird der Walfang beschrieben, der noch von den Booten aus mittels Harpune mit Bombe betrieben wurde; gejagt wird nur der Bartenwal, hauptsächlich in der Beaufort-See zwischen Herschel-Insel und Banks-Land. Hart und entbehrungsreich ist das Leben der Schiffsmannschaft hier im hohen Norden, abgeschnitten von allen Verbindungen mit der Außenwelt und der Willkür der Vorgesetzten ausgesetzt. Namentlich die langen Wintermonate waren eine Kette von Entbehrungen, die an Bord des »Bowhead« im dritten Winter zur Auflösung der Disziplin führten. Nach drei Überwinterungen verließ der Verfasser das Schiff und reiste mit einer Eskimofamilie von Herschel-Insel aus zuerst mit Schlitten, später mit Boot nach Fort Mc Pherson, von wo er mit einem Dampfer den Mackenzie-Fluß aufwärts schließlich wieder nach San Franzisko gelangt.

Das Buch ist mit großer Anschaulichkeit geschrieben, die Gebräuche der hier lebenden Eskimos, mit denen der Verfasser zusammen gereist ist, sind gut geschildert; nur die beigegebene Karte muß beanstandet werden, da sie ohne Gradnetz vollständig in der Luft schwebt und zu Irrtümern Anlaß geben kann. W. Brennecke.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt- und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Geophysikalisches Institut der Universität Leipzig: *Veröffentlichungen*, herausg. v. V. Bjerknes. 1. Serie: *Synoptische Darstellung atmosphärischer Zustände.* Jahrg. 1911. Hft. 1: *Zustand der Atmosphäre über Europa am 1., 2. und 3. März 1911.* R. Wenger. A. Karten und graph. Darstellgn. Qu. Fol. 47 Bl. B. Erläuterungen und Tabellen. 8⁰. 31 S. Leipzig 1916.

Prochnow, O.: *Flieger-Wetterkunde. Kurz gefaßte Darstellung der Physik des Luftmeeres und der Wetterkunde in Beziehung zum Flugwesen.* Mit Zeichngn. von H. Bohn, A. Linden, G. Oelbermann, H. Osterloh, H. Pelzer u. d. Verfasser. 8⁰. III, 32 S. Mannheim 1916. F. Nemnich.

Drewes, F.: *Beiträge zur Kenntnis der isländischen Barometerdepressionen.* (Diss.) 8⁰. 54 S. m. 2 Tab. Berlin 1916. E. Ebering.

Becker, H.: *Die Enträtselung des Wettergeheimnisses eine vollendete Tatsache.* 8⁰. 1. Teil: 47 S.; 2. Teil: 24 S. m. 1 Taf. Worms 1916. L. Ph. Bros. 1, 1.20; 2, 1.50 ℳ.

Meeres- und Gewässerkunde.

Götzinger, G.: *Neuere Ergebnisse österreich. Alpenseeforschg.* (4. Hft. 56. Jahrg. d. »Vorträge d. Vereins z. Verbreitg. naturwiss. Kenntn., Wien.«) 8⁰. 19 S. Wien 1916. W. Braumüller & Sohn. 0.60 ℳ.

Brückner, E.: *Einige Ergebnisse der österreich. Adriaforschung.* (15. Hft. 56. Jahrg. d. »Vorträge d. Vereins z. Verbreitg. naturwiss. Kenntn., Wien«.) 8⁰. 27 S. m. 4 Abbildgn. Wien 1916. W. Braumüller & Sohn. 0.80 ℳ.

Reisen und Expeditionen.

Faber, K.: *Unter Eskimos und Walfischfängern. Eismeerfahrten eines jungen Deutschen.* (Memoiren-Bibliothek. 5. Serie, Bd. 8.) 8⁰. XV, 369 S., 1 Taf. u. 1 Karte. Stuttgart 1916. R. Lutz. 6.00 ℳ.

Physik.

Jensen, C.: *Die neutralen Punkte von Arago und Babinet in Hamburg und an einigen anderen Orten.* 8⁰. 80 S. m. 8 Fig. Hamburg 1916. O. Meißner. 5.00 ℳ.

Verschiedenes.

Hennig, R.: *Die drahtlose Telegraphie im überseeischen Nachrichtenverkehr während des Krieges.* (10. Jahrg. 4. Hft. »Meereskunde«, Sammlg. volkstüml. Vortr.) 8⁰. 40 S. m. 5 Abbildgn. Berlin 1916. E. S. Mittler & Sohn. 0.50 ℳ.

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Der Einfluß der Niederschlagsnotierung auf die monatlichen und jährlichen Werte des Niederschlages. A. Thraen. »Das Wetter« 1916, Hft. 10.
Darstellung der Vektorfelder von Gebieten hohen und tiefen Luftdruckes mit Hilfe von Vektorkomponenten. R. Dietzius. »Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Wien« 1915, Abt. IIa. 124. Bd., 9. Hft.
Der Einfluß der Schmelzwärme im Wiener Klima. W. Schmidt. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 10.
Onweers-waarneming door den heer A. J. Alders te Apeldoorn op 27. Juni 1916. »Hemel en Dampkring« 1916, October.
Hoos in den avond van 29. Augustus 1916. S. W. Visser. Ebenda.
Bijdrage van de kennis van het klimaat van Nederland. De temperatuur van lucht en zee. J. P. v. d. Stok. »Tijdschr. Nederl. Aardr. Genootsch.« 1916, Nr. 6 (November).
Henrik Mohn: *Klima von Framheim.* O. Baschin. »Ztschr. d. Gesellsch. f. Erdkde., Berlin« 1916, Nr. 8.
Klima-Tabellen aus Elisabethville in Katanga. F. Bachmann. »Mitteil. a. d. Deutsch. Schutzgeb.« 1916, Bd. 29, Hft. 3.
Naar anleiding van Dr. Braak's »Drachen-, Freiballon- und Fesselballon-Beobachtungen.« C. A. C. Nell. »Tijdschr. Nederl. Aardr. Genootsch.« 1916, Nr. 6 (November).
Die Änderung der Zusammensetzung der Luft mit der Höhe. A. Wigand. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 10.
Temperatuur, luchtdruk en wind in de hoogere dampkringslagen. H. C. Cannegieter. »Hemel en Dampkring« 1916. October.
Über Bestimmung von Perioden. V. Láska. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 10.
Zur Glättung von Wertereihen und Kurven. W. Schmidt. Ebenda.

Meeres- und Gewässerkunde.

Das Meerwasser. A. Merz. S. A. aus »Handb. d. Balneolog. Medizin, Klimatolog. usw.« (Berlin) Bd. I.
Recent oceanographic researches. Ch. Gravier. »Annual Report, Smithson. Instit.« 1914.
Zur Theorie der heißen ungarischen Salzseen. R. E. Liesegang. »Internat. Revue d. gesamt. Hydrobiol. usw.« 1916, Bd. VII, Hft. 6.

Fischerei und Fauna.

Die geographische Verbreitung mariner Bodentiere. W. Kükenthal. »Die Naturwissenschaften« 1916. Hft. 44.
Plankton en visscherij. H. C. Redeke. »Mededeel. ov. Visscherij« 1916, Juli-September.
Jahresberichte über die deutsche See- und Küstenfischerei für 1913. »Mitteil. d. Deutsch. Seefisch.-Vereins« 1916, Nr. 8/10.
Die Fischereierträge der deutschen Ostseehaffs. H. Steinert. »Der Fischerbote« 1916, Nr. 9/10.
Die Niederelbische Küstenfischerei. II. 3. Die Stintfischerei. E. Sterner. Ebenda.
Die Altenwerder Stint- und Aalfischerei in der Kriegszeit Oktober 1914 bis Oktober 1916. H. Koos. »Mitteil. d. Deutsch. Seefisch.-Vereins« 1916, Nr. 8/10.
Heringsfischerei mit dem Grundschleppnetz. »Der Fischerbote« 1916, Nr. 9/10.

Physik.

Zur Absorption solarer positiver (Nordlicht) Strahlen in der Erdatmosphäre. R. Swinne. »Physikal. Ztschr.« 1916, Nr. 21.
The radiation of the sun. C. G. Abbot. »Annual Report, Smithson. Instit.« 1914.
The pyranometer: An instrument for measuring sky radiation. C. G. Abbot and L. B. Aldrich. »Scientif. Americ. Suppl.« 1916. September 9.
Über die Hypothese, welche der Poisson'schen Theorie des Schiffsmagnetismus zugrunde liegt, und über die Unzulässigkeit derselben. V. de Giaxa. »Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Wien« 1915, Abt. IIa, 124. Bd., 10. Hft.
Zodiakallicht und Dämmerungsschein. F. Schmid. »Astronom. Ztschr.« 1916, Nr. 11.
Eine einfache Formel zur Reduktion der Barometerstände auf das Meeresniveau. J. Liznar. »Meteorol. Ztschr.« 1916, Hft. 10.
Die bisherigen Ergebnisse der Untersuchungen über die Hörbarkeit des Kanonendonners. P. Ludewig. »Prometheus« 1916, Jahrg. 28, Nr. 6.
Die Albedo des Luftplanktons. L. Weber. »Annalen d. Physik« 1916, Nr. 20.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Curious hygrometers and barometers. S. L. Bastin. »Scientif. Americ.« 1916, September 16.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Der Hafen von Konstantinopel. »Deutsche Levante-Ztg.« 1916, Nr. 22.
Verlichting van de Zeebloemstraat. »De Zee« 1916, Nr. 11.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Eine deutsche Werft für Motorschiffbau. Steinert. »Motorschiff u. Motorboot« 1916, Nr. 22.
Über Schiffsraum, Frachtpreise, Schiffbau und Schiffahrt. »Hansa« 1916, Nr. 45.
Die neuesten dänischen Motorschiffe. »Motorschiff u. Motorboot« 1916, Nr. 22.
Der Einfluß des Krieges auf die britische Handelsflotte. »Hansa« 1916, Nr. 46.
Scheepsbouw in oorlogstijd. »De Zee« 1916, Nr. 11.
Umstellung der Seitenlichter über Steuer gehender Schiffe. A. Reicke. »Hansa« 1916, Nr. 45.
Das Auftreten der Hohlraumbildung bei hochtourigen Schiffspropellern. K. Schaffran. »Schiffbau« 1916, Jahrg. XVIII, Nr. 2.

Handelsgeographie und Statistik.

Der Suezkanal während des Krieges. »Schiffbau« 1916, Jahrg. XVIII, Nr. 2.
Die Zukunft der östlichen Ostseehäfen. H. Steinert. »Hansa« 1916, Nr. 44.
Uit het overzicht van de scheepvaartbeweging in de haven van Amsterdam, over het tijdvak 1 Augustus 1915—31 Juli 1916. »De Zee« 1916, Nr. 11.

Verschiedenes.

Belgisch-Kongo. H. Marquardsen. »Mitteil. a. d. Deutsch. Schutzgeb.« 1916, Bd. 29, Hft. 3.
Climates of geological time. C. Schuchert. »Annual Report. Smithson. Instit.« 1914.
The geology of the bottoms of the seas. L. de Launay. Ebenda.
Präzisions-Stereophotogrammetrie. J. Adamczik. »Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Wien« 1915, Abt. IIa, 124. Bd., 10. Hft.
Der Seeschiffsweg ins Herz Schwedens. »Hansa« 1916, Nr. 47.

Die Witterung an der deutschen Küste im Oktober 1916.

(Amtlich)

Der Monat Oktober kennzeichnete sich in seinen Monatswerten im Vergleich mit den vieljährigen Mitteln bei nahezu normalem Luftdruck durch der Jahreszeit annähernd entsprechende Temperaturen und im Osten zu hohe, im Westen etwas zu niedrige Bewölkung; die Niederschlagsmengen waren sehr ungleichmäßig verteilt und teils erheblich zu groß, teils etwas zu klein. Die zu den Zeiten der Terminbeobachtungen vermerkten Windrichtungen entfielen ganz überwiegend auf die beiden südlichen Windviertel; die mittleren stündlichen Windgeschwindigkeiten zeigten verschiedenartige Abweichungen von den Mittelwerten, soweit solche zum Vergleich vorliegen.

Auf eine lange Zeit fast täglicher Niederschläge, ostwärts bis Rügen von Monatsanfang bis zum 17. mit Ausnahme des 3. und im Osten bis zum 21., folgten einige meist trockene Tage an der ganzen Küste bis zum 25., worauf dann wieder bis zum Monatsschluß über dem größten Teil der Küste fast täglich Niederschläge auftraten. Heiteres Wetter stellte sich in weiter Ausbreitung ein am 3. und 18. ostwärts bis zur Oder, am 18. bis 20. an der Nordsee, am 23. ostwärts bis Pommern, am 24. an der mittleren Ostseeküste und am 25. von der Elbe westwärts. Verbreiteter Nebel wurde beobachtet an Teilen der Nordseeküste am 4., 5., 18., 22. und 26. Gewitter traten über größerem Gebiet auf am 11. von Rügen bis Pommern, am 17. über Pommern und Preußen, sowie am 31. an der Nordsee und der Ostseeküste Schleswig-Holsteins. Steife und stürmische Winde wurden über ausgedehntem Gebiete beobachtet aus nördlichen Richtungen am 3. von Rügen bis Westpreußen, am 6. an der Nordsee, am 7. ostwärts bis zur Oder, am 8. bis 10. ostwärts bis Pommern, am 11. bis 13. an der ganzen Küste, am 14. ostwärts bis Mecklenburg, am 15. und 16. ostwärts bis zur Oder bzw. bis Rügen, ferner aus südlichen Richtungen am 30. ostwärts bis Mecklenburg und aus westlichen und südlichen (im Osten) Rich-

tungen am 31. an der ganzen Küste. **Schwere Stürme** hatten dabei die Ostsee und besonders deren Osten am 11. und 13. und die westdeutsche Küste teilweise am letzten Monatstage.

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm + Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom 30j. Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br. Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C. 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom 15j. Mittel	Zahl der Frosttage (Min. < 0°)	Zahl der Eistage (Max. < 0°)
Borkum	7.7 m	59.4	—0.3	71.0	20.	50.2	15.	9.4	11.7	10.0	10.0	+0.3	0	0
Wilhelmshaven	4.5	59.8	—0.3	71.0	20.	47.6	31.	8.4	11.3	9.3	9.3	+0.5	0	0
Keitum	8.4	58.6	—0.7	71.6	20.	46.7	31.	8.2	10.1	8.9	8.8	—0.1	0	0
Hamburg	26.0	60.3	—0.1	70.0	20.	50.3	31.	8.1	11.5	9.2	9.1	+0.5	0	0
Kiel	47.2	59.8	—0.1	70.5	20.	50.6	15.	7.4	10.1	8.2	8.2	+0.2	0	0
Wustrow	7.0	59.9	—0.1	6[illegible].1	20.	50.7	15.	7.8	9.9	8.7	8.5	—0.1	0	0
Swinemünde	10.05	60.7	—0.1	71.3	23.	51.4	8.	8.0	10.8	8.7	8.8	+0.3	0	0
Rügenwaldermünde	6.9	60.2	—0.5	72.0	23.	51.2	15.	7.8	9.8	8.2	8.3	0.0	4	0
Neufahrwasser	4.5	60.6	—0.2	73.3	23.	51.4	15.	7.7	9.8	8.0	8.2	+0.3	2	0
Memel	9.6	60.2	—0.1	73.9	23.	43.5	11.	6.7	8.9	7.0	7.2	—0.5	3	0

Stat.	Temperatur-Extreme Mittl. tägl. Max.	Mittl. tägl. Min.	Absolutes monatl. Max.	Tag	Min.	Tag	Temperatur-Änderung von Tag zu Tag 8h V	2h N	8h N	Feuchtigkeit Absolute Mittel mm	Relative, % 8h V	2h N	8h N	Bewölkung 8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	12.3	7.5	17.1	4.	1.3	23.	1.7	1.9	1.9	7.9	84	80	84	6.2	5.9	6.5	6.2	—0.7
Wilh.	11.9	6.8	18.0	4.	0.0	22.	2.2	2.0	2.0	7.7	88	76	85	6.9	6.8	5.6	6.4	—0.5
Keit.	11.2	6.5	15.9	7.	1.0	23.	1.8	1.5	1.6	7.8	89	86	85	7.2	6.5	6.6	6.8	—0.2
Ham.	12.2	6.7	18.5	7.	0.5	20.23.	2.1	1.6	1.6	7.5	87	73	81	8.6	6.9	5.8	7.1	—0.2
Kiel	10.7	6.1	16.2	7.	1.0	23.	2.3	1.7	2.0	7.1	90	77	87	7.6	7.6	5.1	6.8	—0.4
Wus.	10.8	6.6	16.0	5.	1.0	25.	2.0	1.6	1.5	7.2	86	79	82	7.8	7.3	6.8	7.3	—0.1
Swin.	11.5	6.0	18.7	7.	0.6	25.	2.1	2.1	2.1	7.3	87	73	84	7.6	7.3	6.0	7.0	0.0
Rüg.	10.5	6.2	15.0	5. 7.	—0.8	25.	2.0	2.0	1.7	7.2	88	79	87	8.5	7.6	6.1	7.4	+0.5
Neuf.	10.8	5.9	18.2	7.	—0.2	24.	2.4	2.0	2.2	6.8	84	74	85	8.0	8.3	7.2	7.8	+0.8
Mem.	10.1	5.0	14.6	7.	—1.2	19.	2.1	1.4	2.0	6.8	88	79	88	8.4	8.2	7.7	8.1	+0.9

Stat.	Niederschlag, mm [1] 8h V–8h N	8h N–8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	Zahl der Tage mit Niederschlag ≥ 0.2 mm	≥ 1.0	≥ 5.0	≥ 10.0	⚡ u. T	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe mittl. Bew. > 8	Windgeschwindigkeit [2] Meter pro Sek. Mittel	Abw.	Sturmnorm	Daten der Tage mit Sturm
Bork.	20	57	77	— 9	24	14.	21	16	4	1	0	0	2	10	—	—	12.0	n. Schätz. am 6. 7. 11. 12. 14. 15. 30. 31.
Wilh.	34	63	96	+ 18	29	14.	16	12	9	2	2	0	3	12	5.2	—1.3	12.0	keine
Keit.	55	43	97	— 7	16	7.	21	17	9	3	0	0	2	12	5.4	—	12.0	11. 14. 15.
Ham.	69	77	145	+ 69	22	14.	21	18	12	5	1	0	0	14	6.1	+1.1	12.0	11. 12. 13. 15. 31.
Kiel	45	56	101	+ 19	23	7.	20	15	4	3	0	0	1	11	4.9	—0.5	12.0	keine
Wus.	53	35	89	+ 24	10	7.	20	16	9	2	0	0	1	13	—	—	—	n. Schätzung am 11.
Swin.	48	29	77	+ 16	12	18.	21	15	4	3	0	0	2	13	5.1	—0.0	12.0	11. 24. 31.
Rüg.	48	62	110	+ 44	21	3.	22	15	11	2	2	0	2	16	—	—	15.0	?
Neuf.	26	23	49	— 6	8	4. 28.	16	12	3	0	0	0	2	18	5.9	—	12.0	3. 11. 13.
Mem.	56	55	111	+ 30	20	29.	20	17	10	2	0	0	0	17	6.7	—	12.0	4. 10. 11. 12. 13. 14. 17. 31.

[1]) Die Niederschlagswerte sind auf ganze Millimeter abgerundet.

[2]) Die registrierten Windgeschwindigkeiten und Sturmnormen erscheinen seit Januar dieses Jahres infolge anderer Berechnungsweise kleiner als früher (vgl. die Erläuterungen der Januar-Tabelle, »Ann. d. Hydr. usw.« 1905 S. 143).

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	3	0	2	3	8	3	11	0	10	5	27	2	10	0	4	5	0	4.0	4.6	4.4
Wilh.	0	0	3	4	3	5	9	9	9	11	8	19	6	5	1	0	1	2.7	3.2	2.8
Keit.	0	0	2	4	5	7	5	8	11	2	7	13	8	4	9	6	2	1.8	1.5	1.6
Ham.	3	4	0	2	3	11	9	11	2	1	21	16	5	3	0	0	2	3.9	3.9	3.7
Kiel	1	0	5	0	5	1	14	2	17	1	24	0	16	3	4	0	0	2.3	1.7	2.0
Wus.	1	4	5	1	3	4	10	8	8	4	8	12	7	11	2	2	3	3.7	4.0	3.9
Swin.	7	3	1	0	1	3	17	1	3	2	6	2	24	13	6	2	2	3.9	4.0	3.4
Rüg.	3	5	3	1	3	6	8	4	7	16	7	8	11	4	2	3	2	4.0	3.9	3.9
Neuf.	2	0	0	0	0	4	10	8	3	7	13	19	11	8	4	2	2	3.2	3.8	2.9
Mem.	2	1	4	0	6	2	18	10	4	1	9	8	15	4	6	3	0	4.1	4.4	3.4

Zu Anfang des Monats lag ein Hochdruckgebiet über dem Ozean, das sich bis nach dem Nordmeer und in einem Ausläufer über Kontinentaleuropa erstreckte, gegenüber einem Tiefdruckgebiet über Nordosteuropa mit einem über Mittelskandinavien nach der Nordsee reichenden Tiefausläufer. Während der Hochausläufer ostwärts abzog, drang der Tiefausläufer am 2. und 3. über den Süden der Ostsee und Polen südostwärts vor; in seinem Rücken folgte das Hochdruckgebiet vom Ozean nach und bedeckte während seines nach Osten gerichteten Fortschreitens am 3. und teilweise noch am 4. den größten Teil von Europa. Bei kühlem Wetter waren die Winde in den ersten Tagen schwach bis frisch aus westlichen Richtungen; auf der Vorderseite des vordringenden Hochdruckgebiets frischten sie aus nördlichen Richtungen und im Bereiche des genannten Tiefausläufers stark auf und wurden an der Ostsee vielfach stürmisch, während das in Gestalt eines von Frankreich vordringenden Hochdruckausläufers über Kontinentaleuropa hinwegziehende Hochdruckgebiet auf seiner Rückseite leichte nach südlichen Richtungen drehende Winde an der Küste in seinem Bereiche herbeiführte.

Ein Witterungsumschlag in bezug auf die Temperatur setzte am 4. ein. Bei verhältnismäßig hohem Luftdruck über Kontinentaleuropa zog an diesem Tage ein Ausläufer eines nördlich von Schottland gelegenen Tiefdruckgebiets von Großbritannien heran, so daß sich südwestliche Winde bald an der ganzen Küste einstellten, die ein starkes Steigen der Temperatur hervorriefen. Zwischen dem im hohen Norden verweilenden Teil des Hochdruckgebiets und demjenigen über Kontinentaleuropa stellte sich eine West—Ost verlaufende mehr oder weniger breite Furche niedrigen Drucks her, die eine Verbindung zwischen dem Tiefdruckgebiet über dem Ozean und einem anderen über Rußland herstellte. Auf der Südseite dieser, sich allmählich nordwärts verlagernden Tiefdruckfurche, durch die mehrere Teilminima ostwärts vordrangen, waren die beständig aus westlichen Richtungen wehenden Winde an der Küste vielfach stark und teilweise stürmisch. Die Temperaturen erreichten meist am 7. und teilweise schon am 4. und 5. ihre höchsten Monatswerte. Die seit Beginn des Monats, bis auf den 3. fast täglich beobachteten Regenfälle dauerten fort. Vom 11. bis 16. schritten abwechselnd südwärts gerichtete Tiefausläufer, die ihren Bereich bis über die deutsche Küste ausdehnten, und nordwärts gerichtete Hochausläufer ostwärts über Skandinavien hinweg, unter deren Wechselwirkung die Winde vielfach in dem angegebenen Umfang stürmisch wurden und zum Teil auch die Stärke schwerer Stürme erreichten.

Ein durch starke bis stürmische Nordwestwinde über der Nordsee am Morgen des 16. auf seiner Vorderseite begleitetes Hochdruckgebiet leitete den ersehnten Wetterumschlag ein und brachte zunächst ein Sinken der Temperaturen. Bereits am Morgen des 18. war das Hochdruckgebiet nach der Mitte Europas vorgedrungen, wo es sich von den Alpen bis Nordskandinavien erstreckte, von Tiefdruckgebieten im Westen und Osten begrenzt: dort von einem von Großbritannien

nach Frankreich und Westdeutschland reichenden Tiefausläufer und im Osten von einem Ausläufer des russischen Tiefdruckgebiets. Diese Ausläufer sollten aber keinen Einfluß auf das Wetter an der Küste gewinnen: das Hochdruckgebiet breitete sich über Mitteleuropa aus und drängte die Tiefdruckgebiete zurück. Im Westen hörten die Niederschläge am 18. auf, während sie im Osten der Küste im Bereiche eines sich noch bis zum 21. über dem Süden der Ostsee erhaltenden Tiefausläufers fortdauerten. Nachdem das Hochdruckgebiet unter dem Einfluß des eben genannten Tiefdruckgebiets vorübergehend über Mitteleuropa abgenommen hatte, breitete es sich am 22. wieder aus, bedeckte am 23. einen großen Teil von Europa und schritt am 23. und 24. nach Rußland, wo es sich bis Monatsschluß erhielt. Nach sehr veränderlichen, meist leichten Winden am 21. und 22. drehten diese am 23. meist nach Südost und frischten in der Nacht zum 24. auf. Ein am Morgen des 25. von Großbritannien bis an die Weichsel reichender Tiefausläufer brachte an diesem Tage an der Küste noch keine Niederschläge. Die aus dem Binnenland wehenden Winde führten in den Tagen vom 22. bis 25. meist die niedrigsten Temperaturen des Monats herbei.

Die letzten Tage vom 26. ab waren wieder milder und hatten etwa gleich milde Morgen wie die ersten fünf Tage. Der letztgenannte Tiefausläufer drang am 26. und 27. gegenüber dem russischen Hochdruckgebiet in nördlicher Richtung nach Jütland vor, und es folgten noch mehrere auf demselben Wege, so daß sich das ozeanische Tiefdruckgebiet alsbald über Frankreich und Mitteleuropa und schließlich auch über Skandinavien ausbreitete. Die Winde wehten an diesen Tagen durchweg aus südlichen Richtungen, zunächst überwiegend schwach bis frisch, an den beiden letzten Tagen aber, wie angegeben, vielfach stürmisch und besonders am 31. an der Nordsee teilweise als schwerer Sturm; vom Ozean stammend brachten sie mildes Wetter und wieder verbreitete Niederschläge.

Druck und Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei, Berlin SW, Kochstraße 68—71.

λ m

